

SCIENCES APPLIQUÉES

ÉCOLES URBAINES

DE

GARÇONS

A LA MÊME LIBRAIRIE

SCIENCES

BLIN-PASTOURIAUX. — Mon Premier Livre de Leçons de Choses, ill.
PASTOURIAUX-REGNIER. — Apprenons à observer, Cours Élémentaire,
ill.

PASTOURIAUX-LE BRUN. — Leçons de Choses en Classe et en Promenade,
Cours Élémentaire et Moyen, ill.

PASTOURIAUX-REGNIER. — Leçons de Sciences au Cours Moyen, ill.

PASTOURIAUX-LE BRUN-Mme LASSALLE. — Sciences et Enseignement
ménager, Cours Supérieur, ill.

PASTOURIAUX-REGNIER-Mme LASSALLE. — Les Sciences appliquées,
Cl. de Fin d'Etudes. Ecoles de Filles urbaines et rurales.

PASTOURIAUX-REGNIER. — Sciences appliquées, Ecoles rurales de
Garçons.

LEUNE et DEMAILLY. — Enseignement ménager et puériculture, Cours
Supérieur et Fin d'études.

REGNIER et Mme LASSALLE. — Puériculture.

Mme BELIME-LAUGIER. — Livret de Puériculture.

LE NOUVEAU CERTIFICAT D'ÉTUDES ET LES BOURSSES

Journal de préparation bi-mensuel, Dr E. CHAPUIS

Abonnement annuel (partant du 1^{er} Octobre).

CLASSE DE FIN D'ÉTUDES
(programmes du 24 juillet 1947)

LES
SCIENCES APPLIQUÉES
ÉCOLES URBAINES DE GARÇONS

L. PASTOURIAUX

Ancien Instituteur
Ancien professeur d'École Normale
Inspecteur Général honoraire
de l'Education Nationale

V. RÉGNIER

Agrégé et Docteur ès-Sciences
Ancien Professeur d'École Normale
Professeur au lycée Janson de Sailly



PARIS
LIBRAIRIE DELAGRAVE
Éditions de l'Institut National d'Education

PROGRAMME DES SCIENCES APPLIQUÉES

Ecole urbaine de garçons

I. — L'HOMME DANS SON MILIEU

Enseignement.

A) LE TEMPS QU'IL FAIT.

- Je thermomètre et la boussole.
- Le baromètre et la pression atmosphérique.
- Les vents dominants de la région.
- L'humidité atmosphérique.
- Prévision au temps.

B) L'HOMME. — Le développement harmonieux du corps, la conservation de la santé.

- a) Hygiène des principales maladies du corps humain (cancers, tuberculose).
- b) Les maladies chroniques (tuberculose, maladie des os, etc.).
- c) Les maladies sociales (alcoolisme, tuberculose, cancéreux, accouchements).
- d) Accouchements.
- e) LA MAISON. — Étude critique d'une maison prise dans le cadre local.
- f) Matériaux de construction et leurs qualités (bois, ciment, fer, etc.) et leur valeur de protection.
- g) Orientation, aurore, équinoxe, distribution et volume des pluies.
- h) Énergie, Distribution d'énergie, Énergie électrique, Énergie thermique.
- i) Circuits. Appareils de chauffage.
- j) Électricité, électricité et applications domestiques du courant électrique.
- k) La maison modèle ou point de vue de l'hygiène.

II. — LES ACTIVITÉS HUMAINES

A) LE JARDIN.

- (Monographie d'une plante cultivée au jardin (la laitue, chou, etc.).
- Les légumes, les fruits.
- Travaux de jardinage au jardin. Le petit élevage (porcelets).
- (Lapins, poules, éventuellement les cochons).

B) LES TRAVAUX INTÉRIEURS.

- a) Opérations courantes, les portes : balanciers et oscilleuses.
- b) Déverrouillage dans un cas pratique : d'une serrure et d'une boîte à bijoux : fil à phénix, niveaux.
- c) Mesures de longueur : utilisation rationnelle de la chaîne d'arpenteur, des mètres, du rond à réaliser, du palmar, des ciseaux.
- d) Travaux signalés : utilisation rationnelle des règles, des équerres, des trépieds, des compas.

Travaux pratiques.

Lecture d'un thermomètre, graphiques de températures.

Lecture d'un baromètre, graphiques de pressions.

La boussole : notation de la force et de la direction du vent. Rose des vents. Orientation par la boussole ou l'étoile polaire.

Le pluviomètre : graphique des hauteurs de pluies tombées.

Soin à donner aux malades.

Soin d'urgence, exercices simples de secourisme.

Lecture d'un compteur à eau, à gaz, d'un compteur électrique, détermination de la consommation d'un appareil.

Remplacement d'un fusible, d'une ampoule, d'un interrupteur, d'un fusible, d'une ampoule, d'un interrupteur, ou d'un fusible.

Démontage et montage d'appareils électriques (ampoules, interrupteurs, fusibles, etc.). Utilisation d'appareils électriques.

C) TRAVAUX D'USAGE COURANT.

Réparation et confection d'objets nécessitant toujours un caractère utile et mettant en œuvre des activités secondaires rappelant celles du menuisier, du vinaigrier, du plâtrier.

l'occasion de ces travaux, utilisation d'outils communs avec explication rationnelle de leur maniement : usage des marteaux, des tenailles, des pinces, du robot, des scies...

— Lampe à huile, le courant du secteur : transport et installation.

— Le moteur électrique (sans explication technique) : transmission du mouvement : entraînes et engrenages. Roulements.

— Appareils et machines d'un usage courant : le fer et la lampe à souder. Machines-outils d'usage courant dans la région, la bicyclette, l'automobile.

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays, y compris l'O. R. S. S.

© éditions de Librairie Delagrave, 1949

A VERTISSEMENT

1. — L'ouvrage *Sciences appliquées — Ecoles urbaines de garçons* que nous présentons à nos Collègues est strictement conforme aux programmes du 24 Juillet 1947 de la Classe de fin d'études des Ecoles primaires. Il est donc écrit pour des enfants de quatorze ans, en possession des notions scientifiques enseignées au Cours moyen.

2. — Bien que nous nous soyons bornés à l'essentiel, ce manuel paraîtra sans doute volumineux : le programme et l'horaire hebdomadaire en portent la responsabilité.

Le programme est substantiel ; il comprend l'ensemble des questions scientifiques et techniques dont la connaissance est indispensable à tout jeune garçon pour comprendre le milieu dans lequel il vit et les activités des hommes qu'il voit agir à la maison, à l'atelier, au chantier. Ainsi sera-t-il aidé à trouver sa vocation, à s'orienter vers la profession qui lui convient.

L'horaire hebdomadaire comporte six heures pour les Sciences appliquées, les Travaux pratiques et le Dessin. La réunion de ces trois disciplines indique assez qu'elles doivent marcher de pair, se soutenant et se complétant l'une l'autre : ce qui est logique. C'est pourquoi notre livre ne développe pas seulement le programme des Sciences appliquées, ce que peut faire croire son titre ; le Professeur y trouvera des indications suffisantes pour alimenter les séances de Travaux pratiques et de Dessin. Il nous a paru toutefois inutile d'énoncer les sujets de ces exercices ; ils dépendent trop des ressources de chaque Ecole en ateliers et matériaux du chantier ; personnel que chaque Elève peut se procurer, des circonstances locales, notamment des industries de la région. Ils peuvent d'ailleurs varier sans perdre de leur efficacité ; ici, comme toujours lorsqu'il s'agit d'éducation, la qualité est préférable à la quantité : un exercice bien préparé, bien traité, vaut mieux que plusieurs bâclés. C'est pour le Professeur une lourde tâche de les mettre au point pour sa classe ; mais quelle satisfaction il ressent, lorsqu'il voit le grand profit qu'en tirent ses Elèves tant pour leur culture que pour leurs connaissances.

3. — C'est une vérité unanimement admise aujourd'hui que l'enseignement des Sciences n'est efficace que s'il repose sur une large base expérimentale. C'est la raison d'être des Travaux pratiques ; c'est aussi pourquoi chacune de nos leçons débute par la rubrique **Observations et Expériences**. Nous engageons par là le Professeur à tirer parti d'abord des expériences que l'enfant a faites, sans s'en douter, dans la vie courante : dans sa famille, ses jeux, ses randonnées à la campagne et à la ville, les ateliers d'artisans où sa curiosité naturelle l'a poussé... Il y

a là une mine précieuse, d'où l'on peut tirer de nombreux et solides matériaux. A ces expériences, conservées dans la mémoire, le Professeur ajoutera, selon les moyens dont il dispose, celles que nous lui suggérons et quo nous nous sommes efforcés de choisir aussi simples que possible.

C'est donc sur la première partie « Observations & Expériences » que le Professeur fera porter son principal effort : le plus délicat, le plus difficile, celui qui exige le plus de préparation, de réflexion, d'activité intellectuelle et manuelle. Nous ne pouvons que l'aider dans ce travail en lui suggérant des questions à poser, des expériences à faire. Nous n'avons pas tracé une limite ; nous avons essayé de donner une impulsion.

La lecture attentive de la **Leçon** est ensuite indispensable pour préciser et coordonner les connaissances tirées de l'observation et de l'expérience. Elle doit être faite posément, *en classe*, répétée si le besoin s'en fait sentir. Dès lors, les connaissances prennent leur double racine dans la perception attentive du réel et dans son expression verbale, sans laquelle elles resteraient précaires. Un philosophe n'a-t-il pas dit que « les mots sont les fortresses des idées ».

Le **Résumé** sera étudié *par cœur*. Il fixera dans l'esprit de l'enfant les idées essentielles, autour desquelles viendront se grouper les autres, lorsqu'elles surgiront de la mémoire à l'appel qui en sera fait.

Les **Exercices d'application** marquent la dernière étape. Ils invitent l'Élève à mettre en œuvre les connaissances acquises, à faire un *effort personnel de recherche ou d'action*.

Le Professeur y trouvera des sujets de **Travaux pratiques** et de **Dessin** assez nombreux pour lui permettre d'occuper avec profit les six heures prévues à l'horaire hebdomadaire.

Enfin nous avons rassemblé, en fin de volume, les sujets d'interrogations écrites données à 32 **Examens du Certificat d'études primaires**. Le Professeur y puisera des indications sur l'ordre dans lequel tend cet examen, ainsi que des sujets de composition écrits.

4. — Nous espérons que nos lecteurs apprécieront le soin avec lequel le livre est illustré et que leur plairont notamment les photographies qui marquent les grandes divisions de l'ouvrage ainsi que les extraits choisis qui les accompagnent.

Nous sommes heureux de remercier ici l'éditeur, Monsieur Delagrange, qui n'a rien négligé pour donner à cet ouvrage la présentation que nous désirions.

LES AUTEURS.

I. — LE TEMPS QU'IL FAIT



« ...Beau temps. »

« Des arbres du jardin, les cimes tremblent toutes.
La pluie ! — Oh ! voyez donc comme les larges goulles
Glissent de feuille en feuille et passent à travers
La tonnelle fleurie et les frais arceaux verts !
Des marches du perron en longues cascatelles
Voyez comme l'eau tombe, et de blanches dentelles
Borde les frontons gris !... »

TIL GAUTIER.

Quel temps fait-il ? Voilà une question que vous avez souvent entendue. — La réponse est variable, comme le temps lui-même ! Cependant, elle est toujours de la forme suivante : « *Il fait doux. Il ne pleut pas encore, mais cela ne tardera guère, car le ciel est couvert de nuages sombres et bas ; et le baromètre ne cesse de baisser depuis deux jours.* »

Tous les éléments qui caractérisent le temps qu'il fait ont été indiqués : température, état de l'atmosphère, pression barométrique.

Dans les leçons qui suivent, nous montrerons comment on peut préciser ces indications et les utiliser pour prévoir le temps qu'il fera dans quelques heures.

1^e LEÇON

LA TEMPÉRATURE — LE THERMOMÈTRE

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Décrivez, ou mieux, refaites les expériences qui prouvent que les solides, les liquides et les gaz se dilatent quand on les chauffe.
2. Par quelle expérience peut-on montrer que l'eau se dilate plus que le flacon de verre qui la contient ?
3. Décrivez le thermomètre de la classe : forme de l'enveloppe de verre, nature du liquide thermométrique, graduation.
4. Comment détermine-t-on le point 0, le point 100, les autres points de la graduation ? Vérifiez que le point 0 du thermomètre de la classe est bien placé, de même pour le point 100.
5. Prenez la température de l'air à l'intérieur de la classe, à l'extérieur,
6. Chauffez de l'eau et prenez sa température toutes les minutes.
7. Emplissez d'eau chaude une bouteille thermos ; prenez sa température toutes les 3 heures... puis le lendemain matin.
Même expérience avec une bouteille ordinaire.

II. — LEÇON

Vous avez étudié le thermomètre l'an passé¹. Nous allons le revoir rapidement et nous insisterons sur ses applications.

1. *Les Sciences au Cours moyen.* (Delagrave, éditeur), (pages 106-110).

A. — Température — Thermomètre.

Un corps est-il chaud ? Vous dites que sa température est élevée. Est-il froid ? sa température est basse.

La température d'un corps est donc la propriété qui le fait paraître plus ou moins chaud.

Pour la noter avec précision, on se sert de l'instrument appelé thermomètre.

1. Décrivez le thermomètre de la salle de classe.

Il est fait de verre et de mercure (fig. 1).

La partie en verre comprend un petit réservoir (1 centimètre cube à peine) surmonté d'une tige percée d'un canal très fin, de même grosseur dans toute sa longueur.

Le mercure emplit le réservoir et une partie de la tige.

Des traits équidistants, numérotés 0, 5, 10, 15... sont tracés sur le verre de la tige ou sur une planchette qui lui sert de support. Ils forment la graduation du thermomètre.

REMARQUE. — On fait aussi des thermomètres dont le liquide, au lieu de mercure, est de l'alcool (qui peut alors être plus visible).

2. Expérimenez avec un thermomètre.

1^{re} Expérience. — Lisez le numéro de la graduation en face du niveau du mercure (ou de l'alcool) dans la tige : soit 18. La température de la salle de classe est 18 degrés (qu'on écrit 18°).

Chaufiez le réservoir en le tenant dans la main fermée : le niveau du liquide monte jusque vers 36 : la température de votre main est 36°.

2^{re} Expérience. — Plongez le réservoir dans un mélange de glace pilée et d'eau, ou autre qu'on appelle glace fondante : la température de ce mélange est 0° (fig. 2).

Mettez maintenant le réservoir dans de l'eau bouillante ; le niveau du liquide s'élève jusqu'en face du trait 100 (fig. 3) : la température de l'eau bouillante est de 100°.

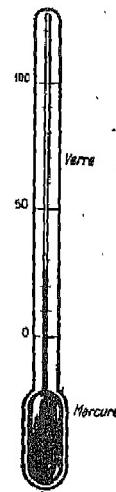


Fig. 1. — Thermomètre à mercure. Il est fait de verre et de mercure.

3. Comment gradue-t-on un thermomètre à mercure ?

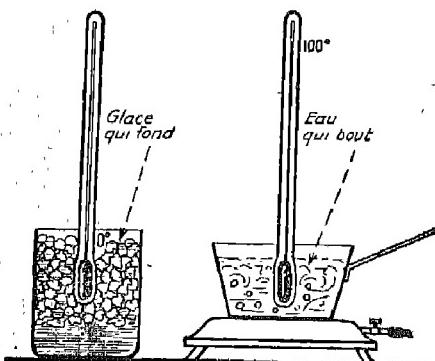


Fig. 2 et 3. — Les deux points de repère de la graduation, 0° température de la glace qui fond; 100° température de l'eau qui bout.

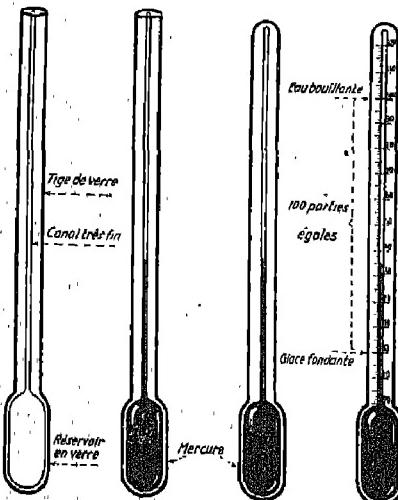


Fig. 4. — Fabrication d'un thermomètre.
1^o On prépare l'enveloppe de verre;
2^o On y introduit du mercure, et on forme le haut de la tige;
3^o On détermine par les expériences (fig. 2 et 3), les repères 0° et 100° .
4^o On divise l'intervalle des repères en 100 parties égales.

La fig. 4 vous montre comment on fabrique un thermomètre. Pour le graduer, s'il est à mercure :

1^o on place le réservoir dans l'eau bouillante, et on marque 100 en face du niveau où s'arrête le liquide;

2^o on met ensuite le réservoir dans la glace fondante; le mercure descend dans la tige; on marque 0 en face du niveau atteint.

3^o on divise l'intervalle 0-100 en 100 parties égales et l'on prolonge les divisions au-dessous de 0° et au-dessus de 100° .

Graduation d'un thermomètre à alcool. — On repère le point 0° comme précédemment. Mais l'alcool pur bouillant à 78° , on ne peut porter le thermomètre à 100° . On le plonge dans un bain d'eau chaude dont on prend la température avec un thermomètre à mercure : soit, par exemple, 70° . On marque 70 au niveau atteint par l'alcool, on divise l'intervalle 0-70 en 70 parties égales et l'on prolonge la graduation au-dessous de 0° .

4. Pourquoi un thermomètre indique-t-il la température ?

Vous savez que tous les corps se dilatent, c'est-à-dire augmentent un peu de volume quand on les chauffe.

Donc, quand la température d'un thermomètre croît, le verre et le mercure se dilatent ; mais le mercure se dilate plus que le verre ; il déborde du réservoir et monte dans la tige d'autant plus haut que la température est plus élevée.

Inversement, quand le thermomètre se refroidit, le mercure se contracte plus que le verre et rentre dans le réservoir.

Les thermomètres à mercure et à alcool sont des applications de la dilatation des corps quand on les chauffe.

REMARQUE. — Le mercure se solidifie à -40° et bout vers 360° . Un thermomètre à mercure ne peut donc servir ni pour les très basses, ni pour les très hautes températures. — De même un thermomètre à alcool.

5. Il existe des thermomètres qui utilisent d'autres phénomènes que la dilatation.

On construit aujourd'hui des thermomètres qui permettent de mesurer les uns, les températures très basses (par exemple, température de l'air liquide : -195°), les autres, les températures élevées (par exemple, température du fer fondu : $1\,500^{\circ}$, température du soleil : $7\,000^{\circ}$).

Ces thermomètres utilisent d'autres phénomènes que les dilatations, par exemple les propriétés du courant électrique.

B. — Applications des thermomètres.

1. L'invention des thermomètres, il y a environ trois cents ans, a fait faire de grands progrès à la Science.

Car elle permit aux savants d'étudier avec précision les propriétés des corps et les phénomènes de la nature, ce qui les conduisit à des découvertes de la plus grande importance que vous étudierez plus tard. Voici deux exemples choisis parmi les plus élémentaires :

Un corps solide qu'on chauffe commence toujours à fondre à la même température et la température se maintient constante pendant toute la durée de la fusion (c'est le point de fusion).

Un liquide qu'on chauffe à l'air libre commence toujours à bouillir à la même température et cette température ne change pas pendant toute la durée de l'ébullition (c'est le point d'ébullition).

<i>Exemples</i>	<i>Point de fusion</i>	<i>Point d'ébullition</i>
Eau	0°	100°
Mercure	-40°	360°
Alcool	-130°	78°
Fer	$1\,500^{\circ}$	

Les thermomètres sont très utilisés dans les laboratoires des savants.

2. Les thermomètres ont des applications pratiques nombreuses.

Citons les plus courantes.

a) Application au temps qu'il fait. — Il est intéressant de savoir quelle température il fait dehors : simple curiosité pour beaucoup, mais, nécessité pour d'autres :

pour les météorologistes, chargés de prévoir le temps qu'il fera demain, afin de renseigner les aviateurs, marins, cultivateurs, etc.

pour les jardiniers qui doivent ouvrir ou fermer leurs châssis et leurs serres selon la température... etc.

b) Applications domestiques. — La température des pièces habitées en hiver doit être maintenue aux environs de 18° ; le thermomètre permet de régler la marche des appareils de chauffage pour qu'il en soit ainsi.

Le bain du nouveau-né doit être à la température de 37°.

Le thermomètre médical donne des renseignements précieux au médecin sur l'état d'un malade.

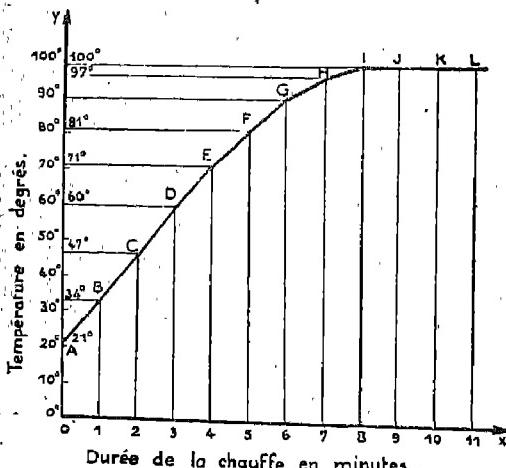


Fig. 5. — Graphique de température. Il représente les observations faites au cours d'une expérience : eau chauffée sur un réchaud électrique. Remarquez que la température reste constante (du même), dès que l'eau bout.

c) Applications à l'industrie et à l'agriculture. — Dans la fabrication de nombreux produits, il est avantageux d'opérer à une température que l'expérience a montré la plus favorable, par exemple, la cuisson des fromages de Gruyère, la fabrication du beurre, du savon, etc...

La température d'une couveuse artificielle est maintenue constante à 40°, pour que les poussins puissent se développer dans les œufs.

b. Voir Leçon 21^e, pages 161 à 167.

3. Graphique de températures : premier exemple.

Expérience. — Chauffons de l'eau (250 grammes) dans une petite casserole d'aluminium sur un réchaud électrique. Notons les températures toutes les minutes, à partir du début de la chauffe.

Durée de la chauffe : 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9... 11 minutes.
Température de l'eau : 21° 34° 47° 60° 71° 81° 90° 97° 100° 100°... 100°

Graphique. — La fig. 5 représente les résultats précédents.

Sur la droite OX , les points marqués 0, 1, 2,... 10... représentent les durées du chauffage exprimées en minutes.

Sur la droite OY , qui fait un angle droit avec OX , les points 10, 20, 30... 100 représentent des degrés.

Au début de la chauffe (durée 0 minute) la température de l'eau est 21° : le point A représente ces 2 nombres : 0 minute, 21°.

Après 1 minute de chauffe, la température est 34° ; le point B représente de même ces 2 nombres (1 minute, 34°).

Après 2 minutes de chauffe, la température est 47° : ce qui est représenté par le point C. Et ainsi de suite.

Réunissons par une courbe continue les points A, B, C... I, J, K, L... Cette courbe est une représentation graphique — on dit simplement : *le graphique des températures de l'eau* chauffée dans les conditions de l'expérience.

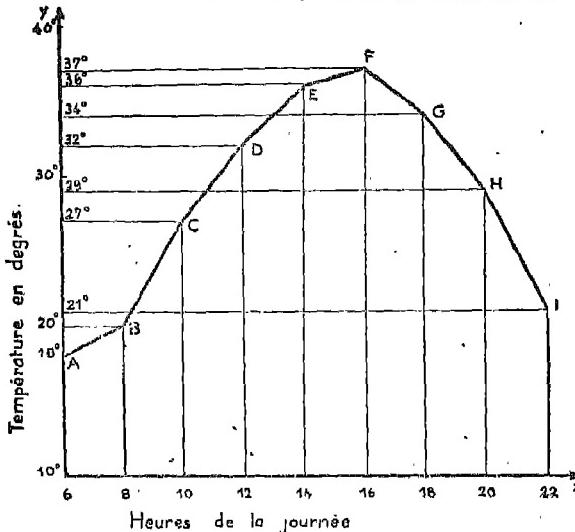


Fig. 6. — Graphique de température. Il représente les variations de la température de l'air au cours de la journée du 24 août 1947. Quelle était la température à 6 h., à 18 h., à 20 h.? Quelle a été la température maximum ? et à quelle heure ?

4. Graphique de températures : deuxième exemple.

Nous avons noté, toutes les 2 heures, entre 6 et 22 heures, les températures de l'air extérieur (journée du 4 août 1947).

Heures : 6 8 10 12 14 16 18 20 22

Températures : 18° 20° 27° 32° 36° 37° 34° 29° 21°

Les observations ainsi faites sont représentées par les points A, B, C, D,... H, I, (fig. 6).

Nous pourrions faire passer une courbe continue par les points obtenus à l'exemple précédent. Nous nous contenterons de les joindre par des traits et la ligne brisée obtenue est aussi un graphique de températures.

5. Un graphique renseigne mieux et plus vite que le tableau de nombres correspondants.

Comparez par exemple le graphique de la fig. 6 et la tabl. 1 des nombres correspondants.

Vous voyez tout de suite sur le graphique :

1^e Que la température maxima atteinte au cours de la journée du 4 juillet 1917 a été 37° ;

2^e Que la température a varié lentement entre 6 et 8 heures, et entre 14 et 16 heures ; qu'elle a augmenté rapidement entre 8 et 12 heures ;

3^e Qu'elle a diminué lentement entre 16 et 18 heures, rapidement entre 18 et 20 heures, et encore plus rapidement entre 20 et 22 heures.

Chaque fois qu'il y a intérêt à connaître comment la température a varié au cours du temps, il faut donc :

1^e noter les indications du thermomètre à des intervalles de temps égaux ; ce qui donne un tableau de nombres ;

2^e construire un graphique d'après ce tableau.

Vous aurez, au cours de cette année, de nombreuses occasions de tracer des graphiques de température.

III. — RÉSUMÉ

1. La température d'un corps est ce qui le fait paraître plus ou moins chaud.
2. Pour évaluer avec précision la température on utilise un thermomètre.
3. Il se compose d'un petit réservoir en verre, prolongé par un tube en verre dont le canal est très fin. Le réservoir et une partie du tube contiennent un liquide (mercure ou alcool).
4. Un thermomètre marque 0° dans la glace fondante et 100° dans l'eau pure bouillante. Entre les traits 0 et 100 il y a 100 divisions égales.
5. Le thermomètre est utilisé pour étudier le temps qu'il fait, régler la chauffage des appartements, des serres, des couveuses artificielles..., etc. Il rend de grands services aux savants, aux ingénieurs, etc.
6. Pour voir commodément comment la température varie au cours d'un phénomène, on trace un graphique de températures.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Apprenez à prendre la température d'un corps. — S'il s'agit d'un liquide ou d'un gaz, placez le réservoir et la ligne dans la masse fluide).

S'il s'agit d'un solide, mettez le réservoir dans une cavité du solide, si ce n'est pas possible, placez le réservoir contre le solide, puis couvrez-le avec de l'étoffe pour que l'air ne circule pas autour de lui.

Attendez que le niveau du liquide thermométrique ne change plus et lisez

1. Les liquides et les gaz sont des fluides, c'est à dire des corps qui coulent.

en face le numéro de la graduation. — Si ce niveau se trouve entre deux traits, habitez-vous à évaluer les dixièmes de degré.

2. On observe, toutes les minutes, pendant 10 minutes, la température d'un mélange d'eau et de glace.

a) Ecrire le tableau des nombres obtenus.

b) Représenter ce tableau par un graphique. Echelle, 1 centimètre pour 1 minute.

3. On prend toutes les minutes, pendant 10 minutes, la température de l'eau qui bout.

a) Ecrire le tableau des nombres obtenus.

b) Tracer le graphique correspondant : Echelle, 1 centimètre pour 1 minute 1 millimètre pour 1 degré.

4. Graphique de la température d'une journée. -- Noter chaque heure de 6 à 20 heures la température de l'air extérieur ; à cet effet, placer le thermomètre à l'abri du soleil, à 1,50 mètres au moins au-dessus du sol, assez loin d'un mur pour éviter la réverbération de la chaleur.

Tracer le graphique traduisant le tableau des nombres obtenus.

Calculer la température moyenne de la journée : (diviser la somme des températures par le nombre des observations).

5. Graphique de la température d'un mois. -- Procéder comme précédemment, mais en relevant chaque jour la température à 8 et à 16 heures.

Calculer la température moyenne du mois.

2^e LEÇON

LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE LE BAROMÈTRE

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Rappelez l'expérience du ballon de football qu'on pèse quand il est très fortement gonflé, puis quand il l'est un peu moins. Que prouve-t-elle ? Combien pèse 1 litre d'air ordinaire ?
2. Citez trois expériences qui prouvent que l'air presse toute surface avec laquelle il est en contact. Quelle est la cause de cette pression appelée pression atmosphérique ?
3. Asseyez-vous dans un tube de verre, ou un bocal de soude. Qu'est ce qui fait monter dans le tube ?
4. Rappelez l'usage de la papette, du tamis, du compte-goutte, de la seringue.
5. Expliquez et décrivez le baromètre de la clairière ou de la commune.

II. — LEÇON

Vous avez appris que l'air est pesant : 1 litre d'air au voisinage du sol pèse 1,3 grammes.

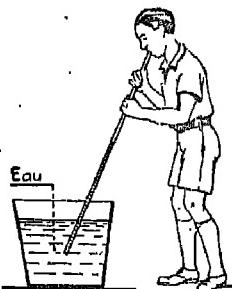


Fig. 1. — Expérience du chalumeau. À chaque aspiration l'eau monte plus haut dans le tube de verre.

Cette pesanteur de l'air a pour conséquence la pression atmosphérique dont l'existence vous a été prouvée par diverses expériences. En effet, chaque couche d'air supporte le poids de toutes celles qui la surmontent ; elle est compressée par ce poids ; et, comme l'air comprimé dans une chambre à air de bicyclette ou un ballon de football, elle repousse toute surface avec laquelle elle est en contact.

Nous allons, aujourd'hui, mesurer cette pression et étudier les applications de cette mesure.

1. Cette étude a été faite au *Cours moyen*. (*Les Sciences au Cours moyen*, Delagrave, éditeur), pages 90 et suivantes.

2. Nous appelons *air ordinaire*, de l'air qui n'est ni comprimé (comme dans une chambre à air de bicyclette, un ballon de football), ni rarifié (comme sur les hautes montagnes).

A. — Mesure de la pression atmosphérique : Baromètre.

1. Expérimetons d'abord avec un chalumeau.

1^{re} *Expérience.* — Aspirons à petits coups dans un long tube de verre. A chaque aspiration, l'eau monte plus haut (fig. 1).

Cela se comprend : le niveau de l'eau, à l'*extérieur du tube*, est toujours pressé par l'air libre, tandis qu'à l'*intérieur* il l'est de moins en moins, puisqu'à chaque aspiration nous enlevons une partie de l'air du tube.

2^e *Expérience.* — Recommençons, mais en aspirant cette fois du *mercure*, liquide 13,6 fois plus dense que l'eau.

Nous voyons, à chaque aspiration, le mercure monter dans le tube ; mais il s'élève beaucoup moins vite que l'eau, parce qu'il est beaucoup plus lourd.

2. Répétons l'expérience de Torricelli .

A quelle hauteur le mercure s'élèverait-il si l'on aspirait tout l'air contenu dans le tube ?

Il est impossible de le faire avec la bouche. Mais on y arrive facilement en opérant comme le fit *Torricelli* dans une expérience célèbre.

Expérience. — On remplit de mercure un tube de verre long de 1 mètre environ et fermé à un bout. On le bouché avec le pouce, en évitant d'y laisser la moindre bulle d'air. Puis on le renverse, on plonge l'ouverture dans le mercure d'une cuvette, et on enlève le pouce (fig. 2).

Le mercure descend un peu dans le tube, laissant au dessus de lui le vide, car l'air n'a pu rentrer. Et il en reste, dans le tube, une colonne d'environ 76 centimètres de hauteur.

CONCLUSION. — La pression atmosphérique, qui s'exerce sur le niveau du mercure à l'*extérieur* du tube, refoule le mercure jusqu'à une hauteur de 76 centimètres.

On exprime ce fait en disant : la *pression atmosphérique est de 76 centimètres (ou 760 millimètres) de mercure.*

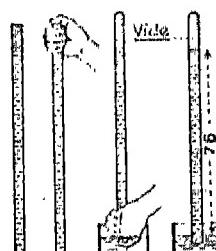


Fig. 2. — Expérience de *Torricelli*. C'est ainsi qu'avec un tube de verre et du mercure on construit un baromètre à mercure.

1. *Torricelli* (1608-1647) était un savant italien, élève du célèbre Galilée.

3. Le baromètre à mercure.



Fig. 3. — Baromètre à mercure. La cuvette à mercure et le tube de l'expérience précédente sont fixés sur une planchette verticale, en bois, que l'on suspend au mur.

à une aiguille qui se déplace devant un arc gradué par correspondance avec un baromètre à mercure ; quand celui-ci indique 760 mm., on marque 760 en face de la pointe de l'aiguille ; et de même pour les autres traits de la graduation :

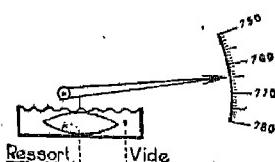


Fig. 4. — Principe d'un baromètre métallique. Lorsque la pression atmosphérique augmente, le couvercle, accolé de l'intérieur, écrase l'air comprimé dans l'ouïe qui se déplace devant la graduation.

pression atmosphérique croît, s'écartent quand la pression baisse. Ces mouve-

L'appareil que nous venons de construire, répétant l'expérience de Torricelli, est un baromètre à mercure.

La hauteur de mercure indiquée entre deux différences des niveaux d'eau ou vide et ce niveau est appelée *hauteur barométrique*.

Pour la mesure communément, on tire cette cuvette sur une planchette qui pointe vers l'horizontale en millimètres (fig. 3).

4. Le baromètre métallique.

Parce que le baromètre à mercure est fragile, encombrant, donc difficile à transporter, on le remplace généralement par un baromètre métallique.

Une petite boîte de métal, hermétiquement fermée, est *vide d'air*. Son couvercle est formé d'une feuille métallique mince, ondulée afin d'être plus élastique ; la pression atmosphérique tend à l'élever et à lever puissant le soutient (fig. 4).

Lorsque la pression atmosphérique croît, le couvercle s'affaisse légèrement ; le déplacement de son centre est transmis, par des leviers ou l'assemblage, à une aiguille qui se déplace devant un arc gradué par correspondance avec un baromètre à mercure ; quand celui-ci indique 760 mm., on marque 760 en face de la pointe de l'aiguille ; et de même pour les autres traits de la graduation :

Les baromètres métalliques (fig. 4) sont légers, robustes, commodes ; mais, si la longue, leurs indications ne sont plus exactes, parce que l'élasticité du couvercle change ; il faut donc, de temps à autre, recommencer la graduation.

REMARQUE 1. — Dans certains baromètres métalliques, l'organe essentiel, au lieu d'être le couvercle d'une boîte vide, est un tube en métal mince, vide d'air en forme d'entonnoir. Il est maintenu en son milieu (fig. 5) ; ses extrémités sont libres ; elles se rapprochent quand la

ments commandent la rotation d'une aiguille dont la pointe se déplace devant un cadran gradué comme il vient d'être dit.

REMARQUE 2. - On lit également sur le cadran d'un baromètre métallique les indications : variable, pluie, beau temps..., etc., auxquelles il ne faut pas attacher d'importance.

Une aiguille dorée est fixée sur la vitre du baromètre ; c'est un repère. Quand on vient de faire une lecture, on l'arrête - ce l'aiguille indiquera, ce qui permet, à la lecture suivante, faites quelques heures après, de se rendre compte de la variation de la pression atmosphérique.

5. Variation de la pression atmosphérique au même lieu.

Expériences. - Relevons la *hauteur barométrique* plusieurs jours de suite dans la salle de classe. Nous trouvons par exemple :

	9 heures	16 heures
Lundi	761 mm	769 mm
Mardi	771 --	775 --
Mercredi	763 --	756 --

Ainsi, la hauteur barométrique ne reste pas constante ; quand elle s'élève, on dit : « Le baromètre monte » ; quand elle diminue : « Le baromètre baisse ».

Dans les régions de faible altitude, la colonne barométrique peut monter jusqu'à 780 millimètres et baisser jusqu'à 730. Sa hauteur moyenne est voisine de 760 millimètres.

6. La pression atmosphérique diminue lorsqu'on s'élève en altitude.

1^e *Expérience.* - Transportons un baromètre de la cave au grenier. La hauteur barométrique diminue de plus de 1 millimètre. — Redescendons à la cave ; elle reprend sa valeur primitive.

2^e *Expérience de Pascal*¹. — Pascal fit noter au même instant les

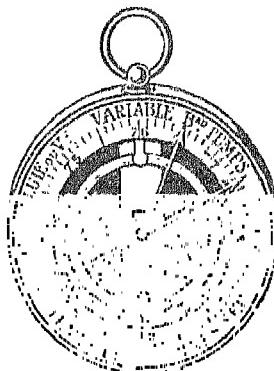


Fig. 5. — Baromètre métallique. La pointe de la plus longue aiguille indique la valeur (en millimètres) de la pression atmosphérique : ici 774 millimètres.

1. PASCAL, illustre savant français, né à Clermont-Ferrand en 1623, mort à Paris en 1662.

hauteurs barométriques au sommet et au pied d'un mont : le Puy de Dôme (*différence d'altitude 1 060 mètres*). Les résultats furent les suivants :

Hauteur barométrique au pied de la montagne : 711 mm

Hauteur barométrique au sommet de la montagne : 627 mm

Ainsi, la pression atmosphérique diminue au fur et à mesure qu'on s'élève en altitude. C'est que les couches d'air qui l'on laisse au-dessous de soi ne pèsent plus sur le mercure de la cuvette.

Dans les régions dont l'altitude est faible (inférieure à 200 mètres), la hauteur barométrique baisse de 1 millimètre quand on s'élève de 10 mètres environ.

B. — Applications du baromètre.

En dehors des laboratoires de recherches scientifiques où il est utilisé pour des mesures de précision, le baromètre sert :

1^o pour la *prévision du temps* ;

2^o pour la *mesure des altitudes*.

1. Les variations de la pression atmosphérique sont un des éléments de la prévision du temps.

En général, le beau temps est accompagné d'une pression atmosphérique élevée, tandis que la pluie tombe souvent à la suite d'une dépression barométrique.

Mais, ainsi que vous le verrez dans une prochaine leçon, d'autres éléments que les variations du baromètre interviennent pour la prévision du temps.



Fig. 6. — Mesure des altitudes. L'alpiniste consulte son *altimètre* pour savoir à quelle altitude il se trouve.

gradués directement en altitude : ce sont des *altimètres* (fig. 6).

III. — RÉSUMÉ

1. — Les baromètres sont des instruments qui servent à mesurer la pression atmosphérique.

2. Pour faire un baromètre à mercure on répète l'expérience de Torricelli : on remplit de mercure un tube de verre d's 1 mètre de long environ, fermé à un bout ; on le forme avec le pouce et on le retouche par une cuvette contenant du mercure. Le mercure descend dans le tube, et quand lorsque son niveau est à environ 76 centimètres au-dessous de celui de la cuvette,

C'est la pression atmosphérique exercant sur le mercure de la cuvette qui le maintient à cette hauteur, dite hauteur barométrique.

3. La barométrie à mercure se compose d'une petite boîte de métal, vide d'air, dont le couvercle est mobile et magnétique. Quand la pression atmosphérique croît, le couvercle s'incline un peu, il se relève quand elle diminue. Ces mouvements se transmettent à une aiguille dont la pointe se déplace devant un cadran gradué.

4. Le baromètre pert à la prévision du temps et à la mesure des altitudes.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Graphiques. — Le tableau suivant indique les moyennes de 20 années d'observations faites à l'Observatoire météorologique du Parc Saint-Maur, près de Paris, :

	Juin.	July.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.					
Pression atmos.	759,9	758,7	759,8	759,9	757,3	758,4	758,2	758,1	757,4	757,6	758,2	
Température :												
moy. des 24 h.	22°	21°	20°	19°	18°	17°	16°	10°	6°	3°	3°	
moy. des min.	19,3	19,8	22,3	24,8	25,1	21,9	19,9	12,9	6,9	3,2	0,9	
moy. des max.	30°	27°	21°	15°	10°	22°	24°	23°	20°	15°	9°	
Pluie (en mm)	44	38,2	40,1	44,5	51	51,5	49,1	50,5	49,1	50,0	51,2	51,8

Représenter ces observations par des graphiques (chaque élève tracera un graphique)

L'HUMIDITÉ ATMOSPHERIQUE

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Que devient l'eau qui bout dans la marmite ? Comment nomme-t-on ce changement de l'eau liquide en eau vapeur ?
2. Mettez un corps froid, une casserole pleine d'eau par exemple, au-dessus de l'eau qui bout. Observez et expliquez. Comment appelle-t-on le changement de la vapeur en eau liquide ?
3. La buée que vous voyez au-dessus de l'eau qui bout, est-ce de la *vapeur d'eau*? ou bien un petit brouillard formé de très fines gouttelettes d'eau condensée? Souvenez-vous que la vapeur d'eau est invisible comme l'air.
4. Citez des cas où l'eau se change lentement en vapeur, sans bouillir. Comment désigne-t-on ce changement d'état ?
5. Que voyez-vous sur les vitres d'une chambre chaude quand il fait froid dehors ? D'où provient cette buée ? Citez d'autres cas où l'humidité atmosphérique se manifeste sur les objets froids (verre frappé, russe nocturne, etc.).
6. Que deviennent les marques encre après une longue sécheresse ? Qu'est devenu l'eau qu'elles contenaient ?
7. Faites une expérience qui prouve que l'air qui sort de nos poitrines contient de la vapeur d'eau ?
8. Faites chauffer de l'eau sur un réchaud à gaz. Remarquez la buée qui se forme sur le fond de la casserole, au contact de la flamme. D'où provient-elle ?

II. — LEÇON

Nous vous avons déjà prouvé¹ que l'air contient deux gaz principaux :

de l'*oxygène*, environ 1/5 de son volume ;
de l'*azote*, environ 4/5 de son volume.

En proportion beaucoup moindre, il contient aussi de la *vapeur d'eau*, gaz invisible comme l'*oxygène* et l'*azote*. Nous vous expliquerons aujourd'hui comment on montre l'*existence* de cette vapeur dans l'*air* et nous étudierons les phénomènes qui en résultent.

1. Cette étude a été faite au Cours moyen (*Leçons de Sciences au Cours moyen*, pages 18 et 19, Delagrave, éditeur).

A. — La vapeur d'eau dans l'air.

1. Voici des observations que vous avez certainement faites.

En hiver, les vitres, refroidies par l'air extérieur, se couvrent de buée ; en été, les murs des endroits frais tels que les caves sont humides. Cette humidité provient de la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air.

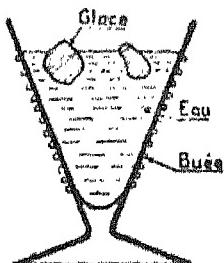


Fig. 1. Condensation de la vapeur d'eau atmosphérique. Il n'y a pas de buée dans le verre froid.

2. — Abandonnez un morceau de chaux vive dans une soucoupe.

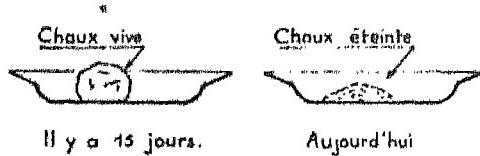
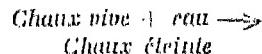


Fig. 2. — Absorption de la vapeur d'eau atmosphérique. La chaux vive, abandonnée à l'air, tombe lentement en poussière, parce qu'elle absorbe la vapeur d'eau contenue dans l'air.

vapeur d'eau étant un gaz invisible, pour montrer que l'air en contient, il faut :

- ou bien refroidir un objet quelconque : il se couvre de buée ;
- ou bien utiliser une substance qui吸orbe cette vapeur.

1. A parois minces autant que possible pour qu'il se refroidisse le plus rapidement possible.



CONCLUSION. — La

3. La quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air est très variable.

Par exemple, à la température de 15°, 1 mètre cube d'air peut contenir jusqu'à 14 grammes de vapeur, mais pas davantage ; si l'on continue à faire monter la température, le surplus se condenserait aussitôt. L'air est dit saturé de vapeur quand il en contient le plus possible. — L'air est dit sec quand il contient peu de vapeur.

Poids maximum de vapeur d'eau contenue dans 1 mètre cube d'air saturé à la température de	grammes
10°	1
20°	3
30°	6
40°	10

Ainsi, plus l'air est chaud, plus il peut contenir de vapeur d'eau.

APPLICATIONS. — Dans l'air saturé de vapeur, l'évaporation n'est plus possible ; par exemple, le linge ne peut plus sécher à la température de 10° lorsque l'air contient 12 grammes de vapeur d'eau par mètre cube.

Mais si on chauffe cet air à 20°, il n'est plus saturé ; le linge séchera. De même, si un courant d'air chasse l'air saturé et le remplace par de l'air non saturé. Pour sécher rapidement le linge, étendez-le donc dans un lieu chaud, parcouru par un courant d'air.

4. D'où vient la vapeur d'eau contenue dans l'air ?

1^e L'eau des mers, lacs, cours d'eau, l'eau de pluie qui ruisselle à la surface du sol s'évaporent sans cesse et la vapeur produite se répand dans l'air.

2^e La respiration des animaux et des plantes, la combustion de l'hydrogène et de tous les corps qui en contiennent (gaz d'éclairage, butane, acétylène... etc), produisent de la vapeur d'eau.

Evaporation et combustion sont les causes de l'humidité atmosphérique.

B. — Phénomènes dus à l'humidité atmosphérique.

1. Brouillards.

Lorsque l'air se refroidit, il arrive un moment où il est saturé ; si le refroidissement continue, une partie de la vapeur d'eau qu'il con-

1. Vous avez vu que les proportions d'oxygène et d'azote (4/5) sont, au contraire, invariables. De même pour le *carbone diatomique*, par mètre cube d'air.

2. 1 mètre cube d'air contient environ : 300 grammes d'oxygène, 1 000 grammes d'azote, 1 gramme de gaz carbonique et de 0 à 5 grammes de vapeur d'eau.

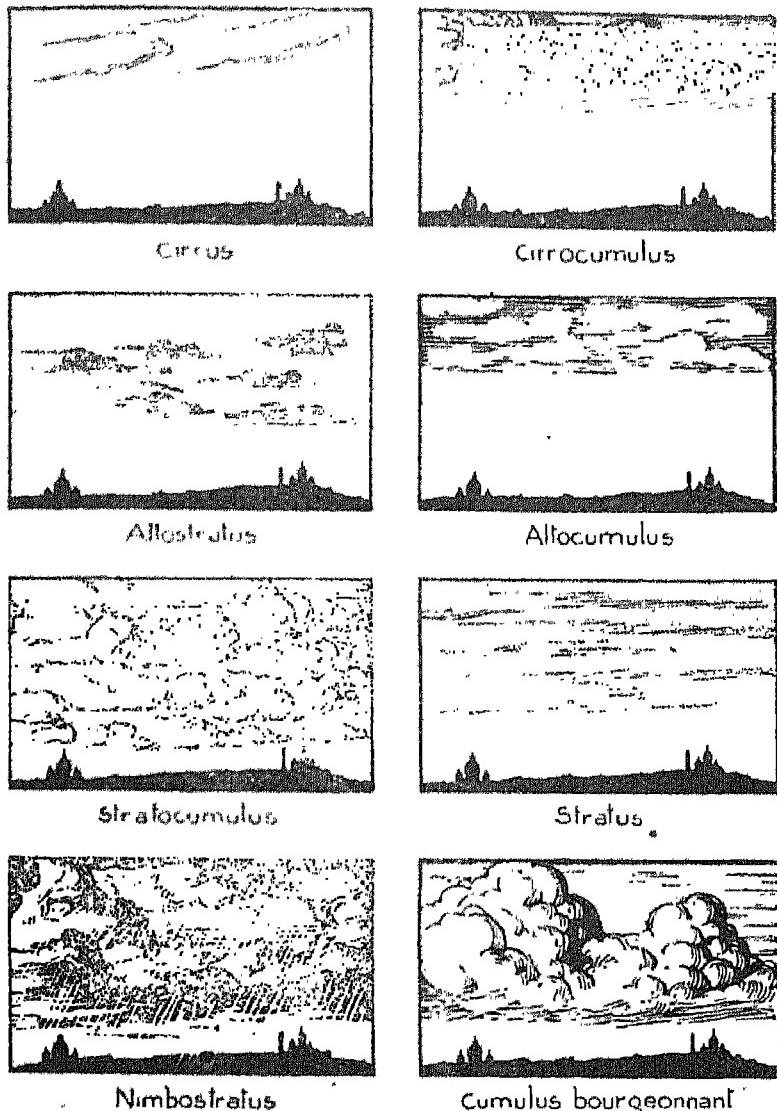


Fig. 3. — Nuages. Voici leurs formes les plus fréquentes. Remarquez que les cirrus sont les plus hauts, les nimbostratus les plus bas.

lent se condense en très fines gouttelettes qui peuvent être contenues dans l'air en raison de leur ténuité extrême (moins de 1 millimètre environ).

Un brouillard est donc formé d'une poussière de condensées d'eau.

Les brouillards se forment surtout le matin (dès que le soleil se couche) et la nuit au-dessus des prairies humides, d'où l'appellation de brouillard nocturne.

Ils disparaissent après le lever du soleil, lorsque l'air devient suffisamment sec pour contenir plus de vapeur d'eau, et les gouttelettes s'évaporent.

2. Nuages.

Ce sont des brouillards qui se trouvent à une hauteur plus ou moins grande (jusqu'à 20 000 mètres). Lorsqu'on fait l'ascension d'un montagne, il arrive souvent qu'on se trouve dans un brouillard. Si l'ascension continue à monter, on peut atteindre la partie régulière du nuage, et le ciel paraît beau alors qu'au pied de la montagne il est sombre.

Malgré leurs formes capricieuses et changeantes, toutes les sortes de nuages peuvent être rapportés à quatre types principaux, dont l'importance est telle qu'il faut les connaître (fig. 3).

Les cirrus, appelés *queues de chat* par les marins, sont des nuages très fins et blancs, filamentueux, très délicats. Ils apparaissent généralement au-dessus d'une très grande hauteur (plus de 6 000 mètres), et leur apparence est accompagnée d'un barométrique suivie de pluie.

Les cumulus, (*balles de coton des marins*), sont des nuages assez grosses, mamelonnées, comme la fumée qui s'échappe d'une pipe. Leur partie inférieure est sombre, et leur partie supérieure, plus claire, présente des reflets bleus et brillant au soleil. Ils sont surtout fréquents en été. Leur altitude moyenne entre 2 000 et 6 000 mètres.

Les stratus forment de larges bancs bas et étendus. Ces nuages apparaissent au coucher du soleil et disparaissent avec lui. Ils peuvent longtemps et envahissent parfois tout le ciel, empêchant toute vision.

Les nimbus sont de gros nuages pluvieux, d'un peu plus de 2 000 mètres, avec des bords frangés. Ce sont des nuages bas (moins de 2 000 mètres) qui recouvrent une grande partie du ciel.

En employant les quatre mots, soit séparément, soit ensemble, soit à deux (cirro-stratus, cirro-cumulus, strato-nimbus, etc.), soit avec le préfixe alto (qui signifie haut), on peut désigner toutes les formes de nuages.

3. Pluie.

Lorsque la température d'un nuage s'alégrise, soit parce qu'il s'élève, soit parce qu'il rencontre un courant d'air froid, une éruption de cristaux de glace aux brins effilés.

1. Certaines personnes les comparent non à des cristaux de glace, mais à des éperons de fer ou de ferme, belais aux brins effilés.

sation se produit et les gouttelettes infiniment petites de ce nuage se rassemblent en gouttes d'eau, trop grosses pour rester en suspension dans l'air ; elles tombent : c'est la pluie.

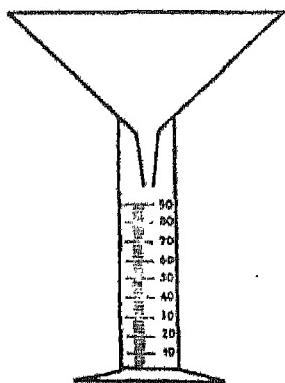


Fig. 4. — Pluviomètre. Il est de pluie qui tombe sur l'entonnoir est renversé. Lorsque la cuvette graduée, on lit chaque jour, à heure fixe, sur la graduation, la hauteur d'eau tombée, puis on vide l'éprouvette,

de la chaleur, protège les herbes, notamment les jeunes plants de blé provenant des semaines d'automne, contre la gelée. D'où le proverbe :

*« Sous la neige, le pain ;
Sans la neige, la faim ».*

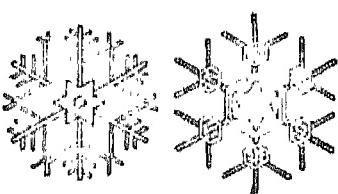


Fig. 5. — Cristaux de glace, vus au microscope sur des flocons de neige.

La grêle est une chute de petites boules de glace appelées grêlons. Elle accompagne les pluies d'orage en été.

Le grésil est formé de petits cristaux de glace agglomérés en pelotes beaucoup plus compactes que la neige. Il paraît dû à une congélation brusque de la vapeur d'eau dans une atmosphère agitée. Il tombe surtout aux premiers jours de printemps.

*« Il n'est si gentil mois d'avril
Qui n'ail son chapeau de grésil. »*

Le verglas, mince couche de glace transparente qui recouvre le sol,

se produit lorsque celui-ci est très froid, à la suite de longues gelées et qu'une pluie vient à tomber.

III. — RÉSUMÉ

1. L'air atmosphérique contient de la vapeur d'eau en quantité variable. Il est dit sec quand il en contient peu, très humide ou saturé quand il en contient le plus possible.

Plus l'air est chaud, plus il peut renfermer de vapeur d'eau.

2. La vapeur d'eau atmosphérique provient de l'évaporation des eaux de surface et des combustions.

3. La vapeur d'eau atmosphérique se condense en gouttelettes quand l'air se refroidit, ce qui produit les brouillards, les nuages, la pluie.

Les principales formes de nuages sont les cirrus, les cumulus, les stratus et les nimbus.

4. Lorsque la température d'un nuage s'abaisse suffisamment, les gouttelettes d'eau qui le forment se solidifient, produisant neige, grêle ou grelot.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Rendez-vous compte de l'énorme quantité d'eau que reçoit constamment l'atmosphère en résolvant les problèmes suivants :

Sachant qu'une nappe d'eau, dans les conditions ordinaires de température, laisse évaporer en 24 heures environ 1 litre d'eau par mètre carré de surface :

1^e *Quelle est, en tonnes, la quantité de vapeur d'eau qui s'évapore chaque jour sur la surface d'un lac de 1 kilomètre carré ?*

2^e *Même question, sur la surface de la mer Méditerranée dont la superficie (avec ses annexes : mer Adriatique, mer Tyrrhénienne... mais sans la mer Noire) est de 2 600 000 kilomètres carrés ?*

2. Quelle est la quantité d'eau tombée sur 1 mètre carré : 1^e après une pluie qui a donné 20 millimètres d'eau ? 2^e pendant une année au cours de laquelle il est tombé 800 millimètres d'eau ?

3. Le plus simple des pluviomètres est un verre à boire.

Un verre à boire pèse 200 grammes, et le diamètre de son orifice est 0,2 centimètre. On le met dehors pour qu'il reçoive l'eau de pluie. Après une nuit pluvieuse, il pèse 281 grammes.

1^e *Quel est le poids de l'eau tombée dans le verre au cours de cette nuit ?*

2^e *Sur quelle surface cette eau est-elle tombée ?*

3^e *Quelle est la hauteur d'eau tombée pendant la nuit. — (Réponse : 28 millimètres.)*

4. Pesez chaque jour, après la classe du soir, l'eau tombée dans un pluviomètre (au besoin, un verre). — Noter la hauteur d'eau tombée. — En déduire la hauteur d'eau tombée chaque mois.

On construira un graphique en portant :

a) sur l'axe Ox, les poids d'eau contenus dans le verre à boire. (Echelle : 15 mm pour 10 g);

b) sur l'axe Oy, les hauteurs d'eau tombées correspondant à ces poids. (Echelle : 5 mm pour 1 mm).

Poids d'eau recueilli : 0 10 100 grammes.

Hauteur d'eau correspondante : 0 millimètres.

Le graphique est une droite. On l'utilisera pour déterminer la hauteur d'eau tombée après l'avoir pesée.

$$m_C = \frac{m_D}{m_A} m_{A_C}$$

5. Tratez le graphique des hauteurs d'eau tombée au cours d'une année.
Voir le tableau page 21, dernière ligne des Exercices d'application).
6. La quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère est
qui varie avec la température. Représenter cette variation (entre 0° et 40°) par
un graphique en trait continu.
- La décrire la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère à 0°, 10°, 20°, 30°, et à une température quelconque comprise entre 0 et 40°
(par exemple).

4^e LEÇON

LA PRÉVISION DU TEMPS

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

- | | |
|--|---|
| 1 ^e . Quel est aujourd'hui l'aspect du ciel ? (est-il pur, nuageux, totalement couvert ?) Quelle est la fraction du ciel occupée par les nuages ? | dire sa direction ? À quelle époque recommanderiez-vous un voyageur de dire sa ville d'destination. |
| 2. Deinez les formes de nuages que vous avez observées, ainsi que leurs aspects (blanc, uniformément sombre, blanc avec parties ombrées, etc.). | 4. Quels sont les vents qui soufflent dans votre région, et à quelle force, de d'où ils soufflent le plus souvent ? Quel est le vent le plus chaud, le plus froid ? |
| 3. Qu'est-ce que le vent ? Comment peut-on savoir d'où il vient, c'est-à- | Quel est celui qui amène souvent la pluie, le beau temps ? |

II. — LEÇON

Pour tous ceux qui travaillent au dehors : paysans, marins, aviateurs, etc..., la prévision du temps 24 heures à l'avance est d'un grand intérêt, car elle leur permet de prendre les meilleures dispositions pour le travail du lendemain.

Aussi, tous les pays civilisés ont-ils un service météorologique où des spécialistes, travaillant sur des observations recueillies dans le monde entier, annoncent chaque jour par T. S. F. le temps probable du lendemain.

Plus modestement, chacun de nous peut, avec quelques chances de succès, prévoir le temps quelques heures à l'avance. Comment ? Nous allons vous l'expliquer.

A. — *Les éléments de la prévision du temps.*

Le temps qu'il fera demain, c'est en observant avec soin le temps qu'il fait aujourd'hui que vous pouvez le prévoir ; et la prévision est plus sûre si vous tenez compte du temps qu'il a fait hier et avant-hier, ce qui vous permet de voir dans quel sens le temps a tendance à changer.

Les renseignements à recueillir sur le temps qu'il fait doivent porter

signe l'effet des vents, le temps qui fait (direction et force), la pression et la température (température).

1. Premier renseignement : état du ciel.

Est-il pur (aucun nuage ni brume), ou partiellement nuageux, ou totalement couvert ? Notez la fraction approximative du ciel occupée par les nuages (0... 0,1... 0,7... 1).

2. Second renseignement : systèmes nuageux.

Les nuages ne se dispersent pas au hasard dans le ciel. Ils forment des systèmes nuageux qui s'étendent sur de vastes espaces souvent plus

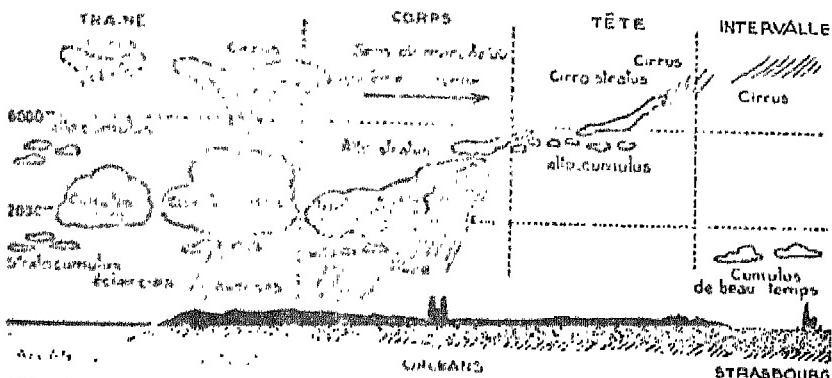


Fig. 1. — Schéma d'un système nuageux. Remarquez le sens de sa marche, l'ordre d'apparition des divers nuages, leurs hauteurs, leurs distances.

grands que la France, et se déplacent d'un mouvement d'ensemble, avec une vitesse variable, habituellement voisine de 50 kilomètres à l'heure. Par exemple, à la suite d'une série de beaux jours, on les voit apparaître dans l'ordre suivant (fig. 1) :

1^e Front ou tête du système nuageux

Cirrus : très hauts, en longs filaments blancs, très délicis ;

Cirro-stratus : voile blanc, lisse, qui envahit le ciel et forme parfois un halo autour du soleil ou de la lune.

Alto-cumulus : petits flocons isolés, à grande hauteur, faisant le « ciel pommeillé ».

2^e Corps du système nuageux

Alto-stratus : voile sombre qui descend de plus en plus bas ; « le temps s'abat » ; la pluie est possible.

Nimbo-stratus : nuages bas, épais, qui se résolvent en pluie.

3^e Queue ou traîne du système

Cumulo-nimbus : d'où tombent des averses séparées par des éclaircies.

Cumulus : épars dans le ciel, de plus en plus rares ; le temps se rendra tout doucement.

De chaque côté du corps se trouve une marge de nuage supérieur et moyen.

REMARQUE. — Les systèmes qui donnent des orages ont une organisation très différente : la tête groupe des nuages chaotiques et toute différance entre queue et traîne sont confondus et ne s'étendent que sur de faibles régions (fig. 4, p. 32).

3. Troisième renseignement : direction et vitesse du vent.

1. **Direction.** — Les *bruits lointains* (cloches, sirènes d'usines, trains de chemin de fer, chutes d'eau...), les *fumées*... indiquent d'où vient le vent, même lorsque le temps semble calme.

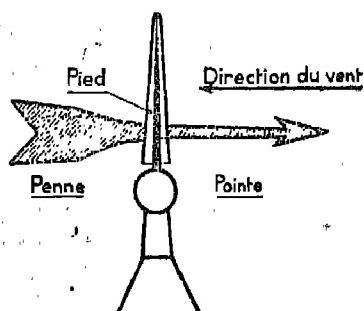


Fig. 2. — Girouette. Attention ! la pointe de la flèche indique d'où vient le vent.

Les girouettes (fig. 2) sont souvent consultées. Elles doivent être très mobiles et bien équilibrées. Notez qu'une girouette s'oriente toujours dans le vent, et, quand elle a la forme d'une flèche, la *pointe* indique *d'où vient le vent*.

2. **Vitesse.** — La *vitesse* ... on dit souvent la *force* ... du vent s'apprécie par ses effets sur les objets qu'il rencontre (fig. 3). Le tableau suivant (en haut de la p. 33) permet d'évaluer cette force comme le font les météorologues.

4. Quatrième renseignement : variations de la pression atmosphérique.

En notant chaque jour, le matin, à midi et le soir, la pression atmosphérique, on trace un graphique qui met en évidence ses variations.

Les baromètres enregistreurs (fig. 4) fournissent automatiquement ces graphiques à raison d'un par semaine (fig. 5).

Désignation du vent	Effets produits
Calme	Fumées verticales. Feuilles des arbres immobiles.
Faible.....	Sensible à la figure et aux mains. Agite les feuilles légères. Iterne les plis d'un drapeau.
Modéré	Fait flotter un drapeau. Agite les feuilles et petites branches..
Assez fort.....	Agite les grosses branches.
Fort	Plie les grosses branches et les troncs de faible diamètre.
Violent	Secoue violement tous les arbres, brise les petites branches.
Ouragan.....	Déracine les arbres, renverse les cheminées, enlève les toits (fig. 3).

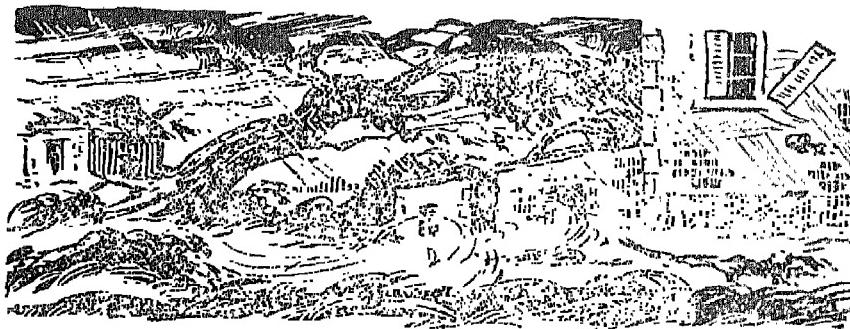


Fig. 3.— Un ouragan — Décrivez les effets de ce vent dont la vitesse atteint 200 kilomètres par heure.

5. Cinquième renseignement : variation de la température atmosphérique.

Cette température est donnée par un thermomètre placé hors de la maison, contre un mur exposé au nord sous un abri de la pluie, à 1,70 mètre du sol.

On consulte de préférence un thermomètre à maxima et minima (fig. 6). Sa lecture faite chaque jour à 8 heures donne, non seulement

la température du moment, mais aussi la température maximum et la température minimum au cours de la journée et de la nuit précédente.

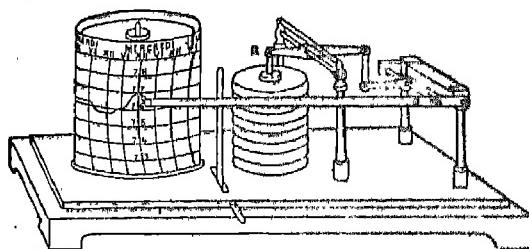


Fig. 4. — Baromètre enregistreur. Il se compose de plusieurs boîtes superposées, sensibles à celles d'un baromètre métallique (fig. 4) et d'un système de leviers qui amplifient les mouvements du couvercle supérieur et les transmettent à la plume. La ten de cette plume frôle une feuille de papier enroulé sur le cylindre qui tourne lentement (1 tour par semaine). La plume trace ainsi un trait qui monte quand la pression atmosphérique augmente et s'abaisse quand elle diminue.

tude, le temps qu'il sera demain.

Voici quelques règles simples qui vous aideront.

Des graphiques représentant les variations des maxima indiquent dans quel sens évolue la température.

B. — La prévision du temps.

Tenant compte des renseignements précédents, vous pouvez prévoir, avec une grande probabilité, mais non avec certi-

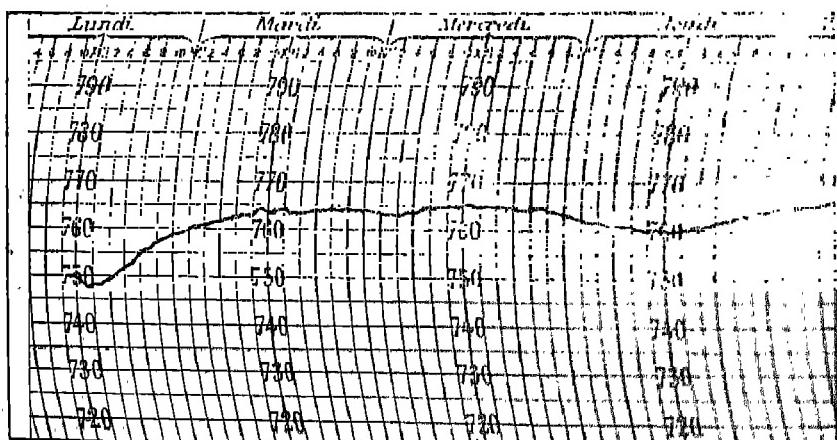


Fig. 5. — Barogramme. On désigne ainsi la ligne sinuosa tracée par la plume d'un baromètre enregistreur. Elle indique la hauteur barométrique à chaque instant au cours de toute une semaine.

1. Faites vous d'abord une idée du « type de temps » actuel.

Certains types de temps durent en général plusieurs jours. Voici les deux principaux.

1^o **Temps sec, beau :** vent du secteur est (du Nord-Est au Sud-Est), calme, faible ou modéré ; pressions barométriques élevées (supérieures à 760 mm³) ; froid en hiver, chaud en été.

2^o **Temps humide, couvert :** vent du secteur ouest (du Nord-Ouest au Sud-Ouest), calme à modéré ; pressions variables (inférieures ou supérieures à 760 mm) ; en hiver pluvieux et doux, ou neigeux et un peu froid ; en été, faiblement pluvieux ou orageux.

Si le temps qu'il fait est l'un de ces deux types, il est très probable que dans les vingt-quatre heures il n'aura pas changé.

Sinon, le temps est variable ; tenez compte alors de ce qui suit.

2. Suivez la marche du système nuageux actuel.

C'est particulièrement facile dans le cas où l'on se trouve dans l'axe du système (fig. 1).

1^o **La tête passe au-dessus de vous.** — Le ciel, qui était pur, est envahi par les cirrus ; le vent, assez faible, tourne à l'ouest ; la pression atmosphérique baisse tandis que la température s'élève. Il fait encore beau, mais le mauvais temps approche.

2^o **Le corps arrive.** — Le ciel se couvre peu à peu de nuages de plus en plus bas, formant un voile sombre ; le vent d'ouest prend de la force ; la pression continue à décroître et la température à s'élèver. — La pluie va tomber et persistera aussi longtemps que le corps du système nuageux passera sur la région.

1. Dans les régions de très faible altitude (molns de 50 mètres) ; supérieures à la hauteur barométrique moyenne dans les pays élevés.

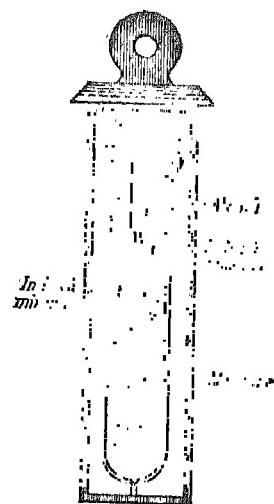


Fig. 6. — Thermomètre à maxima et à minima. C'est un thermomètre à alcool dont la tige, plusieurs fois recourbée, comporte une partie en forme d'U contenant du mercure et deux index (petites liges en fer) que le mérure pousse quand il arrive à leur contact. L'index de gauche indique la température minima atteinte au cours des dernières 24 heures et celui de droite la température maxima. Expliquez pourquoi ?

3^e La traîne succède au corps. — Le ciel reste couvert, mais les nuages sont isolés ; le vent prend encore de la force, en tournant à nord-ouest ; la pression remonte ; la température fraîchit brusquement la visibilité devient excellente. La pluie va cesser ; mais il y aura encore des averses séparées par de belles éclaircies.

4^e Voici « l'intervalles ». — Le ciel brumeux le matin se dégage dans la journée, avec parfois quelques petits nuages lointains ; le vent s'est calmé ; la pression reste élevée et la température fraîche ; c'est le *bien temps*.

Surveillez alors le baromètre dont une nouvelle baisse prolongée indiquera l'approche d'un autre système nuageux.

3. Les orages.

Dans le cas d'*orages*, les phénomènes se déroulent différemment. Le ciel est envahi rapidement par des nuages noirs (fig. 7). Des grondements

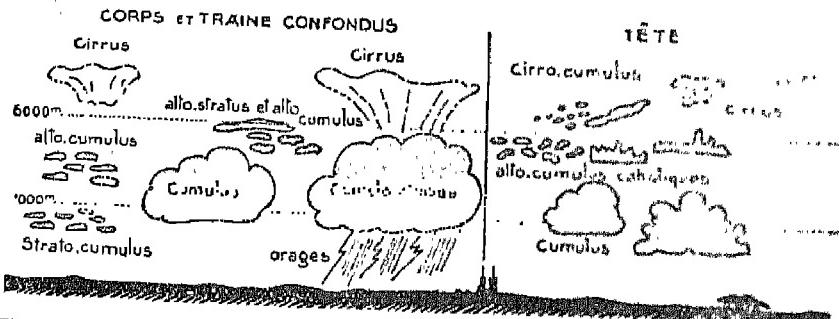


Fig. 7. — Schéma d'un système nuageux orageux. Il ne s'étend que sur une faible région, aussi passe-t-il rapidement.

de tonnerre, d'abord sourds et lointains, se rapprochent. Des coups de vent de plus en plus fréquents et violents annoncent la proximité de l'orage. Les éclairs se succèdent de plus en plus vite. Et, brusquement, des cataractes tombent du ciel noir. Mais elles ne durent guère. Le ciel s'éclairent, le système nuageux s'éloigne, la pluie cesse, l'orage est passé !

Les orages éclatent surtout l'été, vers le soir, après une série de journées très chaudes. Ils sont annoncés par une baisse rapide et profonde de la pression barométrique.

III. — RÉSUMÉ

1. Pour prévoir avec quelque probabilité le temps qu'il fera le lendemain, il faut tenir compte du temps qu'il fait aujourd'hui en notant :

1^o l'état du ciel, 2^o l'aspect des nuages, (système nuageux), 3^o la direction et la force du vent, 4^o les variations de la hauteur barométrique, 5^o les variations de la température atmosphérique.

2. Le temps peut-être fixe (beau ou pluvieux) ou variable.

a) *Bonne fée*: ciel pur ; vent du secteur est, calme ; pression barométrique supérieure à 760 mm ; claud en été, froid en hiver.

b) *Pluvieux fée*: temps humide, couvert ; vent du secteur ouest, calme à modéré ; pression atmosphérique inférieure à 760 mm.

c) *Temps variable*: observer la marche du système nuageux. Si la tête ou le corps passe au-dessus de vous, la pluie est à prévoir ; si c'est la queue le beau temps est probable. Les indications du baromètre et du thermomètre sont à consulter.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Observer le temps qu'il fait. Chaque jour, matin et soir, noter les observations comme il est indiqué sur le tableau de la page 38.

2. Graphiques. — Tracer, d'après les nombres du précédent tableau :

a) le graphique de la pression atmosphérique pendant une semaine et, si possible, le comparer avec celui d'un baromètre enregistreur.

b) le graphique des températures à 8 heures pendant la même semaine.

le graphique des températures à 16 heures pendant la même semaine.

3. Apprenez à vous orienter (notamment pour trouver la direction du vent).

a) Avec une boussole. — 1^o Observez, sur le cadran, la rose des vents, c'est-à-dire les directions des quatre points cardinaux (N, E, S, O) et les directions intermédiaires (N-E, N-O, S-E, S-O) — (fig. 8).

2^o Un peu à gauche de la direction N une petite flèche (flèche de déclinaison).

3^o Tenir la boussole horizontalement pour que l'aiguille soit bien mobile et la tourner pour que la pointe bleu foncé de l'aiguille soit exactement sur la flèche. — La rose des vents indique alors les directions des divers points cardinaux.

4^o Repérez un objet lointain, bien visible, sur la direction N, ou E, ou S etc., afin de pouvoir retrouver cette direction et, par suite, les autres points cardinaux, sans la boussole.

b) Avec l'étoile polaire. — Par un soir de temps clair, apprenez à reconnaître dans le ciel étoilé (fig. 9) :

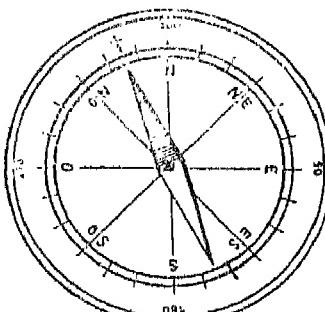


Fig. 8. — Boussole. Vue de l'aiguille et du cadran qui porte une rose des vents. Quand la pointe bleue de l'aiguille est en face de la flèche, la ligne S-N est dans la direction du nord.

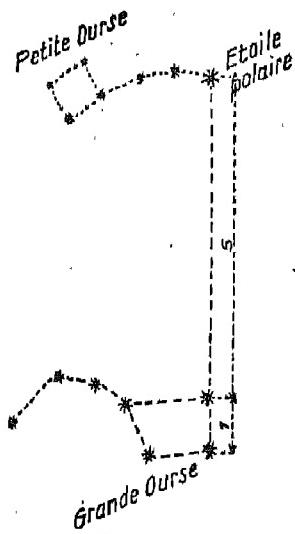


Fig. 9.— Apprenez à vous orienter la nuit à l'aide des étoiles. Vous reconnaîtrez facilement la Grande-Ourse, puis la Petite-Ourse et l'Etoile polaire qui est juste dans la direction du nord.

1^e La *Grande Ourse*, ou *Grand Chariot*, comprend 7 étoiles et forme un char tiré par deux roues arrêté du Grand Chariot n° 6 fait environ l'équivalent de ces deux roues.

2^e L'*Etoile polaire* sur le prolongement des deux roues arrêté du Grand Chariot n° 6 fait environ l'équivalent de ces deux roues.

3^e La *Petite Ourse*, ou *Petit Chariot*, semblable au Grand Chariot, mais tourné sur son contraire. — L'*Etoile polaire*, très brillante, est le premier cheval du Petit Chariot. Elle est exactement dans la direction du Nord.

4^e Connaissez la direction N. retrouvez les autres points cardinaux : placez-vous face au nord. Étendez les bras en croix. Votre main droite Post à votre droite, l'ouest à votre gauche, le sud derrière vous.

4. A l'occasion, observez et décrivez un orage :

- les signes précurseurs;
- l'orage, ses diverses phases;
- les résultats.

Notez, en particulier, les formes des nuages qui se succèdent rapidement (fig. 7).

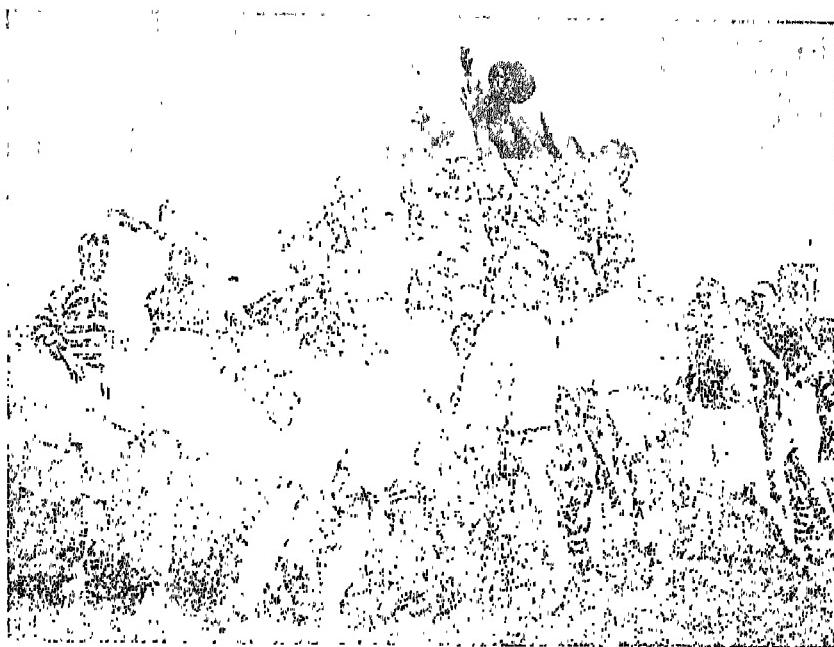
OCTOBRE 1948

Dates et heures	Etat du ciel	Nubes	VENT		Baromètre	Thermomètre	Infrarouge
			Direction	Force			
20	8	7/10 nubageux	Cumulus	O.	modéré	756	10°
	16	9/10	Cumulus Nimbus	S.-O.	faible	752	16°
21	8						14 mm
	16						*

II. — L'HOMME

DÉVELOPPEMENT HARMONIEUX DU CORPS

CONSERVATION DE LA SANTÉ



*“... Soyez remercié, mon corps,
D’être ferme, rapide et frémissant encor
Au toucher des vents prompts et des brises profondes ;
Et vous, mon torse droit et mes larges poumons,
De respirer, au long des mers ou sur les monts,
L’air radieux et vif qui baigne et mord les mondes. »*

E. VERHAEREN.

5^e LEÇON

IL FAUT SE CONNAITRE POUR SE BIEN PORTER

I. — OBSERVATIONS

- Montrer sur un élève les différentes parties du corps humain, mentionnées sur la fig. 1.
- La notion d'organe.** Observation des principaux organes d'un *lapin écorché*. A défaut, examiner et décrire la fig. 2. Retrouver les organes correspondants sur une planche murale représentant l'intérieur du corps humain¹ (à défaut, sur la fig. 3).
- La notion de tissus.** Observation d'un *morceau de lard* : distinguer la peau (extérieure), le tissu gras sous-jacent, les tissus musculaires. Dissocier ces différents tissus.
- La notion de cellule.** Utiliser diapositif l'intérieur d'un poireau avec l'objectif 1 à lame fine et n° 1. En enlever le préposé, le râper et faire bouillir un peu d'eau iodée dans l'autre cuve jusqu'à ce qu'il soit par une couche de feuille d'ail. Couvrir d'une lame fine. Observer au microscope : distinction du préposé et des autres.

II. — LEÇON

L'an passé vous avez étudié les organes et les fonctions du corps humain. Dans les leçons qui vont suivre vous allez apprendre quelques règles d'hygiène, qu'il est indispensable de suivre pour se bien porter. Mais vous ne pourrez les comprendre que si vous avez une idée exacte de la façon dont sont disposés les organes, et du rôle joué par les principaux d'entre eux. *Il faut se connaître pour se bien porter.*

Révisons donc rapidement quelques notions déjà acquises.

1. Comme celui des animaux, le corps de l'homme est formé d'organes.

Regardez une ménagère apprêtant un lapin.

Elle coupe la peau, et dépouille l'animal comme si elle enlevait un vêtement bien ajusté.

La peau est l'*enveloppe du corps*.

Alors apparaît la chair du lapin, c'est-à-dire ses muscles, attachés sur les os du squelette.

1. Voir : *Tableau anatomique de l'Homme. Les organes du tronc. Plauche en 5 couleurs de 1,10 m. × 0,80 m. Delagrave édit.*

La ménagère coupe ensuite la paroi du ventre et la poitrine, et vous pouvez distinguer les poumons, le cœur, le foie, le tube digestif, les reins... contenus dans le tronc (fig. 2). Vous remarquez qu'une cloison charnue, le *diaphragme*, partage le tronc en deux parties. Au-dessus se trouve la poitrine, ou *thorax*, au-dessous c'est le ventre, ou *abdomen*. *La peau, les muscles, les os, le cœur, le foie, les reins... sont les organes du lapin.*

Les organes du corps humain sont plus gros que ceux du lapin, mais ils ont à peu près la même disposition (fig. 3).

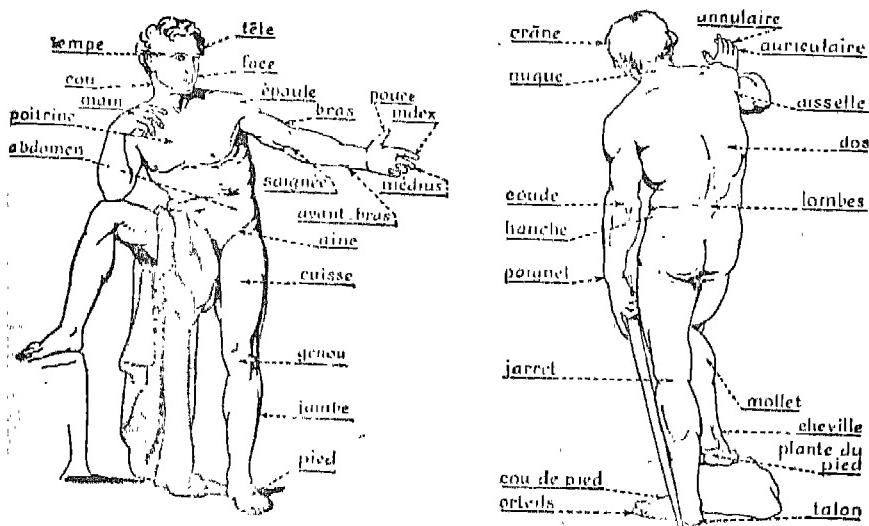


Fig. 1. — Les différentes parties du corps humain. A gauche, face ventrale ;
a droite, face dorsale.

2. Tous les organes sont formés de cellules.

Râclons légèrement la face interne de notre joue. Examinons ensuite au microscope un peu de la matière grise et molle obtenue par ce râlage. Nous y voyons des éléments de petite taille, très plats, tantôt encore réunis entre eux, tantôt isolés les uns des autres. Ce sont des **cellules**. Chacune d'elles se compose d'une petite masse de matière vivante, le *protoplasme*, et contient un *noyau* (fig. 4).

Tous nos organes sont ainsi formés de cellules. Comme elles sont microscopiques, il y en a donc un nombre prodigieusement grand dans le corps d'un homme : des milliers de milliards !

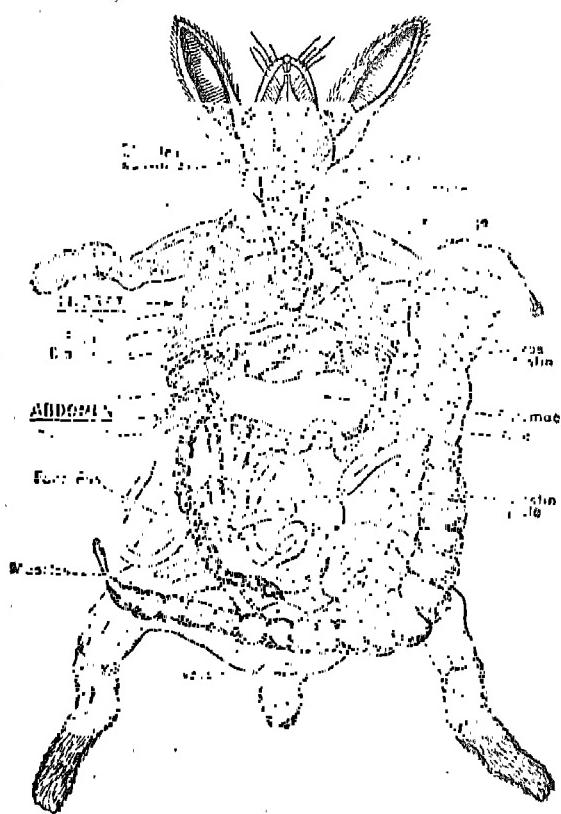


Fig. 2. — Dissection d'un lapin. Elle nous montre les organes qui forment le corps de cet animal.

3. Dans les organes, les cellules sont groupées en tissus.

L'observation d'un morceau de lard montre des parties différentes d'aspect : poils, derme épais (couenne), graisse, muscles.

Ces différentes parties, qu'il est facile de séparer, sont des tissus.

Dans le corps humain, on distingue ainsi un certain nombre de tissus différents. Tous sont formés de cellules dissemblables, jouant des rôles différents, mais toutes les cellules sont faites des mêmes éléments : le protoplasmme et le noyau.

4. Les organes du corps humain n'ont pas tous la même fonction.

a) Ainsi, la peau est l'enveloppe de votre corps. Le squelette est la charpente osseuse sur laquelle s'attachent les muscles.

b) Le cœur et les vaisseaux permettent la circulation du sang et de la lymphé qui pénètrent dans tous les organes et assurent leur nutrition.

Le tube digestif sert à digérer les aliments et ravitailler le sang en produits utiles.

L'air indispensable à la vie pénètre dans les poumons.

Les déchets, qui risquent d'empoisonner l'organisme, sont rejetés par la peau, les reins, les poumons.

Tous ces organes interviennent donc pour nourrir l'organisme. Ils remplissent des fonctions de nutrition.

c) D'autre part, vous êtes renseignés sur ce qui se passe autour de vous par les organes des sens (la peau, le nez, la langue, les oreilles et les yeux).

Les muscles permettent à votre corps de se mouvoir. Votre système nerveux commande aux autres organes. Il vous donne vos sensations.

Ces différents organes, qui vous mettent en rapport, en relation, avec tout ce qui vous entoure, remplissent des fonctions de relation.

5. Le rôle de l'hygiène est de vous préserver des maladies.

Nous espérons que vous êtes en bonne santé. Vos organes fonctionnent normalement. Votre cœur, vos poumons, votre estomac... accomplissent leur travail sans que vous en ayez conscience.

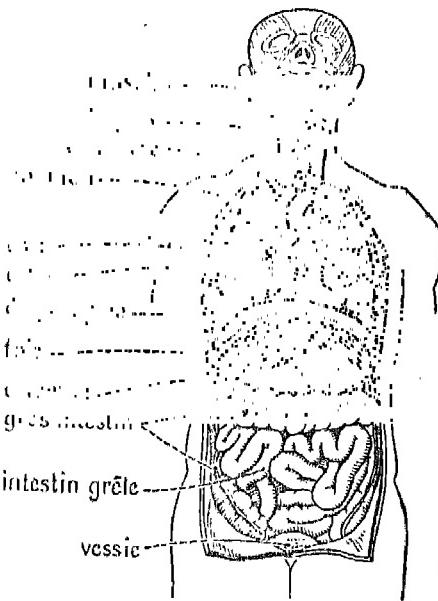


Fig. 3. — Les organes du tronc de l'Homme.

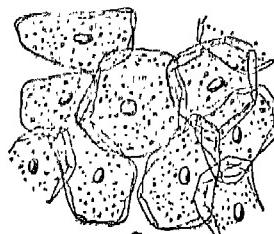


Fig. 4. — Quelques cellules de la face interne de la joue, vues au microscope ($\times 200$). Chacune d'elles est formée de protoplasme contenant un noyau.

Mais vous arrive-t-il de tomber malade ? L'hygiène dans le fonctionnement est troublé révèle de façon détonnante son état-foncé. Qui de vous n'a eu la colique, mal à l'estomac, ou mal aux dents ?

L'hygiène s'efforce de maintenir le bienheureux silence de vos organes. Son seul but c'est de *vous empêcher de tomber malade*. C'est-à-dire, il n'est pas en notre pouvoir de prévenir toutes les maladies. Certaines sont héréditaires, c'est-à-dire transmises aux enfants par leurs parents. Mais il en est beaucoup qu'on peut éviter : les unes sont causées par le froid, les intempéries ; d'autres sont la conséquence d'une alimentation mal comprise ; un grand nombre enfin sont provoquées par les ennemis qui nous entourent : parasites, microbes, etc.,

Contre toutes ces causes de maladies, on peut lutter. C'est le rôle de l'hygiène. Ses progrès se sont traduits de façon sensible au cours des siècles. Grâce à elle, la durée moyenne de la vie humaine s'est allongée de façon notable : 26 ans au XVII^e siècle, 39 ans au XIX^e siècle, elle est maintenant voisine de 55 ans.

Distinguez bien l'hygiène de la médecine qui, elle, s'efforce de guérir les malades. Quand on est malade, c'est le médecin qu'il faut consulter.

Mais la guérison d'une maladie est toujours aléatoire. Il est rare qu'elle ne laisse pas quelques traces. Mieux vaut prévenir que guérir !

III. — RÉSUMÉ

1. Le corps humain est formé d'*organes* qui assurent les grandes fonctions vitales. Dans la tête, se trouvent des organes très délicats, en particulier le cerveau. Dans le tronc, une cloison charnue, le *diaphragme*, sépare les organes du *thorax* de ceux de l'*abdomen*.

2. Les organes sont formés de *tissus*. Ceux-ci sont eux-mêmes composés d'innombrables *cellules*, de formes et de fonctions différentes, mais comprenant toutes un protoplasme et un noyau.

3. L'hygiène étudie les moyens d'éviter les maladies non héréditaires. Son but est d'assurer le fonctionnement normal de l'organisme et de lutter contre les ennemis extérieurs qui nous menacent.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Quels sont les organes assurant des *fonctions de nutrition* et qui sont situés dans le *thorax* ?

2. Citez cinq organes contenus dans l'*abdomen*.

3. Quelle différence y a-t-il entre l'*hygiène* et la *médecine* ?

4. Enumérez les *services d'hygiène* qui fonctionnent dans la ville que vous habitez.

6^e LEÇON

L'HYGIÈNE CORPORELLE — SOINS DE PROPRETÉ

I. — OBSERVATIONS

1. Observation de la peau de la face externe et interne des **joues** : *peau et muqueuse*. Leur raccord au niveau des lèvres.
2. Examen de la peau de la main : couleur, élasticité, adhérence avec les tissus qu'elle recouvre. Apprécier son épaisseur en la pingant : *a)* sur le dos de la main ; *b)* sur la paume. Observation des plis, des sillons, des ongles.
3. Observation à la loupe des **sillons de l'extrémité des doigts** : orifices des glandes sudoripares, gouttelettes de sueur. Examen des empreintes brisées par des doigts sales sur une feuille de papier blanc.
4. Arracher un **cheveu** : observation du bulbe situé à sa base. Les cheveux s'allongent-ils par leur base ou par leur extrémité ? Et les ongles ? Justifiez votre réponse.
5. Action de l'eau savonneuse sur les corps gras. Graissez vos mains avec un peu d'huile. Essayez ensuite de les nettoyer : *a)* avec de l'eau pure ; *b)* avec de l'eau et du savon. Que remarquez-vous dans chacun des cas ? Quelle conclusion tirez-vous de cette expérience ?

II. — LEÇON

La peau est l'*enveloppe du corps*. Décrivons-la. Nous étudierons ensuite ses principales fonctions, puis nous verrons de quels soins il faut l'entourer.

A. — *Description et rôle de la peau.*

L'observation de votre main vous a montré que la peau est *souple* et *élastique*, qu'elle présente de nombreux *plis* et des *sillons* qui forment des dessins compliqués. Des millions de petits trous, les *pores*, par lesquels sort la sueur, criblent sa surface (fig. 1).

La peau est plus ou moins *cornée*, surtout aux endroits qui subissent des frottements, comme la paume des mains et la plante des pieds. Elle est aussi plus ou moins *grasse*, car elle renferme des glandes qui sécrètent un enduit gras.

Enfin, c'est elle qui produit les *poils* et les *ongles* (fig. 2), qui s'allongent par leur base implantée dans son épaisseur.

1. Les deux couches de la peau : l'épiderme et le derme.

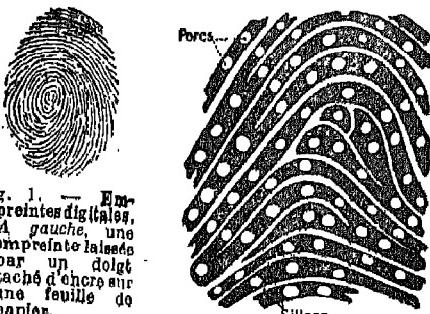


Fig. 1. — Empreintes digitales.
A gauche, une empreinte laissée par un doigt taché d'encre sur une feuille de papier.
A droite, sillons de la peau de l'extrémité d'un doigt, observés à la loupe.

sa sensibilité.

Vous les distinguerez sur la fig. 3.

a) L'épiderme est la couche superficielle. Son épaisseur est variable et se dédouble en fines pellicules. Sa base est vivante ; c'est elle qui renouvelle l'usture de la couche supérieure et qui produit les poils et les ongles.

b) Le derme est la couche profonde de la peau. On y observe :

- des vaisseaux, où circule le sang qui la nourrit et lui donne sa couleur rouge ;
- des glandes sudoripares, sécrétant la sueur ;
- des nerfs qui lui donnent

2. Les fonctions de la peau.

Elles sont nombreuses et peuvent se répartir ainsi :

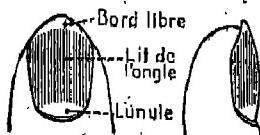


Fig. 2. — Les différentes parties d'un ongle.

Les vêtements qui emprisonnent une couche d'air autour d'elle empêchent aussi son refroidissement.

c) La peau épure l'organisme. — Elle rejette chaque jour plus d'un litre de sueur. Celle-ci renferme des substances qui nous empoisonneraient si elles s'accumulaient dans le sang.

d) La peau brunit au soleil. — En même temps, elle fabrique une substance indispensable à la bonne ossification du squelette. C'est pourquoi la croissance des enfants qui vivent dans des logis obscurs se fait mal. Ils sont rachitiques (fig. 5).

e) La peau est sensible. — Elle nous permet de sentir les objets que nous

a) La peau protège nos organes. — Elle empêche la pénétration des substances nuisibles et des microbes avec lesquels elle est sans cesse en contact.

b) La peau régularise la température du corps. — Quand il fait chaud, elle rougit et transpire. L'évaporation de la sueur produit du froid (fig. 4).

Quand il fait froid, elle pâlit, et le sang, ayant quitté la peau, se refroidit moins vite.

Touchons. Pinçée, piquée, meurtrie, elle donne des sensations douloureuses. Elle nous donne aussi des sensations de chaud et de froid.

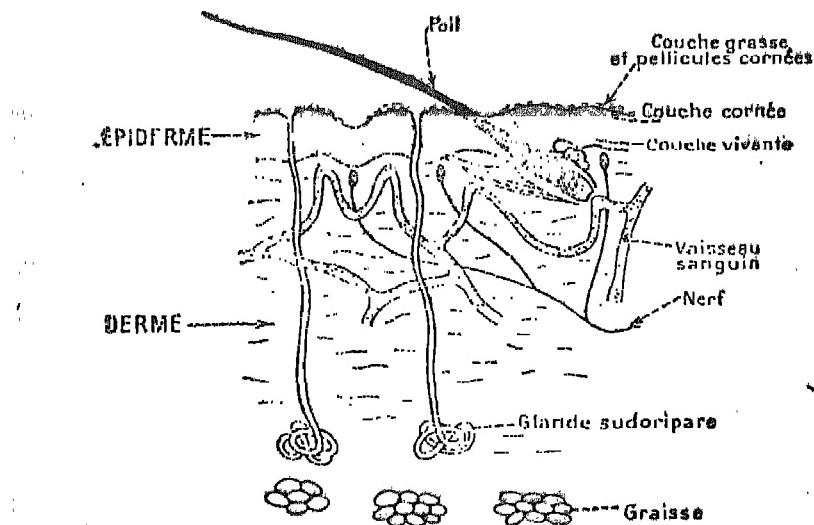


Fig. 3. — Coupé schématique de la peau.

La peau est donc un organe important. Il faut en prendre soin.

B. — Apprenez à vous laver.

Se laver, être propre est la base de toute hygiène. La peau sale remplit mal ses différentes fonctions. Ses pores sont obstrués. La crasse est un milieu favorable au développement des microbes. Elle sent mauvais. Il faut donc s'en débarrasser avec soin.

Être propre est aussi un devoir envers les autres. Vous savez combien les gens malpropres sont répugnantes.

1. Nettoyez votre peau sans l'abîmer.

La crasse est formée par la graisse de la

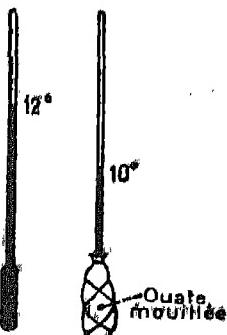


Fig. 4. — Bâtonnets de coton trempés ; elle vous prouvera que l'évaporation produit du froid.

peau à laquelle se collent des poussières et des souillures de toutes sortes. Seule, l'eau savonneuse peut l'enlever. Mais attention ! La couche

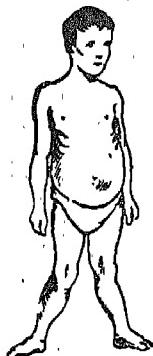


Fig. 5. — Un enfant rachitique.

immersion.

grasse qui recouvre la peau est utile. Elle la rend souple et imperméable. S'il faut en débarrasser l'épiderme quand elle est sale, on ne doit pas empêcher sa formation. Certaines peaux sèches sont abîmées par des savonnages trop énergiques et trop fréquents.

2. Soins généraux de propreté.

La propreté générale du corps est assurée par les *bains* et les *douches*. Pour bien se nettoyer, on doit employer de l'*eau tiède* (30 à 35°) et du *savon*.

a) Les *bains tièdes* assouplissent l'épiderme et délassent. La baignoire étant remplie d'eau à 35° , vous vous immérez pendant 5 à 10 minutes. Puis, vous vous mettez debout. Vous savonnez entièrement votre corps. Enfin, vous vous rincez par une nouvelle immersion.

Les bains tièdes ne doivent être ni trop prolongés (20 à 30 minutes au maximum), ni trop fréquents (1 ou 2 par semaine). Ils doivent être pris dans une pièce chauffée, pour éviter les refroidissements en sortant de l'eau. On peut les faire suivre d'une vigoureuse friction qui active la circulation.

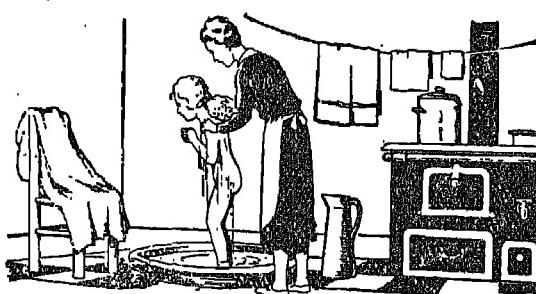


Fig. 6. — A défaut de baignoire, on peut laver son corps à l'aide d'un *tub*.

Placé dans le *tub*, on s'asperge d'eau chaude avec une éponge, puis on se savonne entièrement et on se rince en s'aspergeant d'eau chaude (fig. 6). Après ce lavage, on peut pratiquer une aspersion d'eau froide (8 à 15°) qui stimule le système nerveux,

b) A défaut de l'installation nécessaire, on peut se nettoyer par des *douches*, ou *bains* par *aspersion*. Il est facile d'en prendre chez soi avec un *collier-douche* ou une *éponge* et un *tub*.

Le *tub* (1) est un bassin métallique large et peu profond.

1 Prononcez *teub*.

active la circulation et augmente la résistance au refroidissement. Se frictionner ensuite avec une serviette bien sèche.

c) Les bains froids stimulent la respiration, la circulation, le système nerveux, mais ils nettoient mal. On évitera d'en prendre pendant la digestion, par crainte de congestions.

3. Soins de propreté locale.

Certaines parties du corps, plus exposées que le reste, doivent être l'objet de soins spéciaux.

a) Soins du visage. — Le lavage à l'eau fraîche ou tiède, matin et soir, est un minimum pour la propreté de la face et du cou. Si votre peau est sensible, évitez les savonnages trop énergiques.

Ne lavez pas l'intérieur de votre nez: vous le nettoyez suffisamment en le mouchant.

Mais tenez propre l'intérieur de vos oreilles: nettoyez-les avec le doigt recouvert d'une serviette humide. On s'abstiendra de tout curage avec des instruments résistants qui pourraient percer le tympan.

Il faut enfin brosser vos dents, matin et soir, avec une brosse moyennement dure, imprégnée de savon dentifrice (voir p. 73).

b) Soins du cuir chevelu. — Brossez vos cheveux avec une brosse dure, et peignez-les matin et soir. Pour les débarrasser de leur couche grasse, quand celle-ci est malpropre, lavez-les à l'eau savonneuse toutes les semaines. Et tenez toujours en état de propreté parfaite la brosse et le peigne nécessaires aux soins quotidiens.

c) Lavage des mains. — Elles peuvent porter à la bouche, aux yeux, au nez des microbes et des œufs de parasites (fig. 7). *Beaucoup de maladies (fièvre typhoïde, vers parasites...) sont des maladies des mains sales.*

Lavez vos mains à l'eau et au savon après tout contact salissant ou suspect, et en particulier quand vous sortez des cabinets. *Surtout, n'oubliez jamais de laver vos mains avant chaque repas.*

Brossez vos ongles avec soin (fig. 8) et coupez-les court. Il est répugnant et dangereux de les ronger avec ses dents.



Fig. 7. — Ne regardez pas vos mains, pour savoir si elles sont propres; les microbes ne se voient pas.

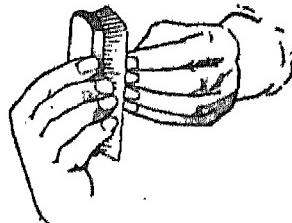


Fig. 8. — Voici comment on doit se brosser les ongles.

d) Lavage des pieds et de l'anus. — Lavez vos pieds chaque soir avant de vous coucher. Veillez à ce que leurs ongles soient toujours courts et bien taillés (fig. 9). Lavez aussi chaque soir la région de l'anus, qui doit être tenue très propre.

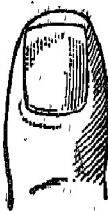


Fig. 9. — Un ongle d'orteil bien taillé. Carré à l'extrême.

1. *L'épiderme* : le derme et l'épiderme. Elle est la couche superficielle de la peau où sort la sueur. C'est elle qui protège la peau.

2. La peau remplit d'importantes fonctions. Elle protège les organes. Elle régularise la température du corps. Elle brunit au soleil tout en produisant une substance indispensable à la formation du squelette. Elle est sensible : c'est l'organe du toucher.

3. Soyez propres. Lavez votre corps chaque semaine ; votre figure, vos dents et vos pieds chaque jour ; vos mains avant chaque repas.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Questions.

a) Quelles sont les deux couches de la peau ? Pourquoi, bien qu'elle s'use sans cesse par sa couche superficielle cornée, la peau conserve-t-elle la même épaisseur ?

b) Pourquoi les ongles et les cheveux continuent-ils de pousser bien qu'on en coupe régulièrement l'extrémité ?

2. Un conseil pratique.

Certaines personnes, pourtant très propres, hésitent à se laver fréquemment les mains pendant l'hiver. C'est que leur peau trop sèche se fendille à la suite des savonnages. Cela produit des crevasses, ou gercures, qui sont douloureuses.

Pour ceux d'entre vous qui sont dans ce cas, voici un remède simple et efficace. Une fois vos mains lavées et brossées, enduisez-les à nouveau de savon, puis rincez-les avec un filet de vinaigre. Essuyez avec une serviette bien sèche. Vos mains seront recouvertes d'une couche grasse, adhérente, fine, très douce, qui préservera votre épiderme des gercures.

7^e LECON

PROTECTION DU CORPS HYGIÈNE DU VÊTEMENT

I. — OBSERVATIONS

1. Soufflez sur le dos de votre main. Que ressentez-vous ? Recommencez ensuite l'expérience en la mouillant la peau. constatez-vous ? Expliquez alors pourquoi il est dangereux de rester dans un courant d'air, quand on est en sueur.
2. Enumérez vos vêtements. Quels sont les différents tissus : coton, laine, lin, etc..., dont ils sont faits ? Remarquez-y l'entrecroisement des fibres ou des fils. Observez ceux-ci avec une bonne loupe (mieux avec un microscope). Quels sont ceux qui emprisonnent le plus d'air ?
3. Apprenez à distinguer les fibres végétales (chanvre, lin, coton) des fibres animales (laine, soie). Les premières brûlent bien, tandis que les secondes brûlent mal, laissent un résidu charbonneux et dégagent une odeur de corne brûlée. Exercez-vous à distinguer ainsi : une flanelle de laine d'une flanelle de coton, un drap pure laine d'un drap mélangé, laine et coton, une étoffe de soie naturelle d'une étoffe de rayonne, etc...

II. — LECON

Prendre soin de son corps, ce n'est pas seulement le laver, c'est encore convenablement le vêtir et, à la belle saison, savoir l'exposer au soleil pour profiter de ses bienfaisants rayons.

A. — Apprenez à vous vêtir.

Les vêtements protègent le corps et contribuent à maintenir sa température constante.

Ils doivent remplir plusieurs conditions.

1. Portez des vêtements en tissus poreux et perméables.

Les tissus poreux sont ceux qui empri-

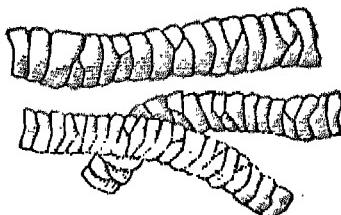


Fig. 1. — Brins de laine, vus au microscope.

fibres. C'est le cas des tissus de *laine*, dont les fibres ondulées et élastiques ne se tassent pas (fig. 1). Les fibres de coton ou de lin, au contraire, se tassent beaucoup.

a) **Les tissus poreux nous protègent de la chaleur aussi bien que du froid.** — Cela tient à ce que l'air emprisoné dans leurs pores ne laisse pas passer la chaleur.

b) **Les tissus poreux permettent la transpiration.** — Quand on transpire, ils s'imbibent de sueur, puis ils la laissent s'évaporer. Les vêtements caoutchoutés, imperméables, ne sont pas hygiéniques.

c) **Les tissus poreux nous garantissent contre les refroidissements dus à une trop rapide évaporation de la sueur.** — C'est ce refroidissement qu'on éprouve quand on se place, en sueur, dans un courant d'air. Les tissus poreux évitent ce danger, car ils retiennent la sueur et ne la laissent s'évaporer que lentement.

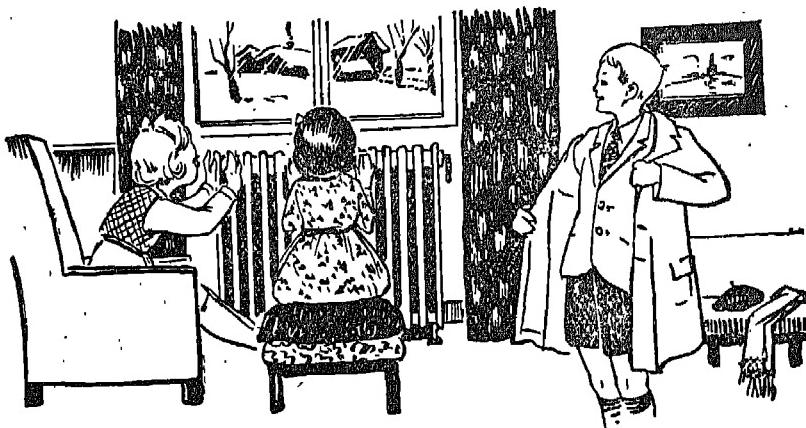


Fig. 2. — Décourez-vous en entrant dans une pièce chauffée, l'hiver.

Pour être vêtu de façon hygiénique, on doit donc porter :

1^o Contre la peau, un sous-vêtement en très bon tissu poreux : flanelle ou jersey de laine, pour absorber la sueur et régler l'évaporation.

2^o Extérieurement, le vêtement proprement dit en tissu de laine, pour protéger le corps contre la chaleur et le froid.

3^o Entre les deux, une chemise, un caleçon en coton.

2. Ayez un jeu de vêtements bien combinés.

C'est important l'hiver, car on doit éviter le refroidissement en sortant d'une maison chauffée. A cet effet, il faut porter :

- a) des *vêtements fixes*, pas trop épais, qu'on garde à la maison.
- b) des *vêtements complémentaires* (manteau, foulard, etc...) qu'on ne mettra qu'au moment de sortir. Il ne faut jamais les garder sur soi dans une pièce bien chauffée (fig. 2).

3. Vos vêtements doivent être bien ajustés et toujours très propres.

- a) Trop étroits, ils gênent ; trop amples, ils protègent mal contre le froid.

Certaines pièces de vêtement (corset, jarretières...) trop serrées peuvent provoquer des lésions ou des accidents (fig. 3).

Les *chaussures* méritent une attention particulière. On voudra à ce que le pied y soit à l'aise, bien d'aplomb sur le sol. Des chaussures étroites compriment le pied, gênent la circulation et produisent des cors et des durillons. Dans les chaussures à talon trop haut, le pied n'est plus en équilibre, les jambes ne prennent plus leur position normale pendant la marche, les organes du tronc se trouvent déplacés à leur détriment.

Les *semelles* doivent être maintenues en bon état et surtout être imperméables. Beaucoup de maladies (rhume, grippe, angine...) sont une conséquence de l'humidité des pieds.

- b) Enfin les vêtements doivent être très propres. Le *linge de corps* (tricot, flanelle, chemise...) s'imprégne de sueur, de débris cutanés. Il se salit vite. Sale, il irrite la peau et prédispose aux infections parasitaires. On doit donc en changer souvent, au moins une fois par semaine, après une grande ablution.

Les habits seront brossés chaque jour, hors de la demeure, surtout loin des pièces où sont des aliments que souilleraient les poussières et microbes déplacés (fig. 4).

Il ne faut jamais se brosser, ni cirer ses chaussures dans une cuisine.

B. — Apprenez à vous exposer au soleil.

Le soleil est *bienfaisant*. Vous connaissez son action salutaire sur la peau. Il active toutes les fonctions de l'organisme. Mais le soleil



Fig. 3. — Des jarretières trop serrées gênent la circulation du sang et provoquent la formation de varices.

peut être *dangereux*. Il provoque parfois des brûlures, ou *coups de soleil*, qui peuvent être graves.

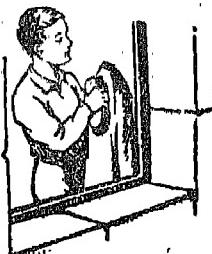


Fig. 4. — Brossez vos habits à la rentrée.

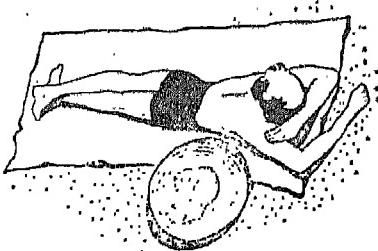


Fig. 5. — Sachez vous exposer au soleil. Celle jaune baigneuse comme deux loutres graves : brouvez-les.

Quand vous vous exposez au soleil, portez toujours un chapeau. Et ne restez pas immobiles. N'augmentez que progressivement la durée de vos bains de soleil: 5 à 10 minutes suffisent les premiers jours. Dès que la peau rougit, mettez un vêtement qui la protège.

Si vous n'êtes pas en parfaite santé, ne prenez pas de bains de soleil sans avoir consulté le médecin.

III. — RÉSUMÉ

1. Les vêtements doivent être faits en tissus poreux et perméables. Les étoffes de laine sont les meilleures parce que leurs fibres ondulées ne se tassent pas.
2. Les tissus poreux nous protègent contre la chaleur et le froid. Ils permettent la transpiration. Ils nous garantissent contre les refroidissements dus à une trop rapide évaporation de la sueur.
3. Les vêtements doivent être bien ajustés et tenus toujours très propres.
4. Ne restez pas immobile au soleil. Couvrez votre tête. Evitez les coups de soleil en vous exposant progressivement à ses bienfaisants rayons.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Questions. — a) Quelles sont les qualités essentielles d'un bon tissu pour vêtements ?
b) Quels sont les avantages des tissus poreux ? Quel est le meilleur tissu poreux ? Pourquoi possède-t-il cette propriété ?
c) De quelles pièces doit se composer un jeu de vêtements d'hiver bien combiné ?
2. Une expérience. — Dans trois soucoupes contenant un pou d'eau, placez un morceau de *toile*, un morceau de *tissu de coton*, un morceau de *flanelle de laine*. Lequel de ces trois tissus se mouille le plus vite ? Lequel sèche ensuite le plus lentement ?
3. Un conseil pratique. — Beaucoup de personnes transpirent abondamment des pieds. Elles répandent alors une mauvaise odeur, gênante pour elles-mêmes et pour les autres. Or, l'odeur vient surtout du cuir de la semelle intérieure des chaussures, macéré dans la sueur qui l'imprégne. Passer dans la chaussure de temps en temps, en la faisant couler vers la pointe, une demi-cuillerée à soupe de la solution de formol du commerce ; faire sécher deux jours. Voilà le meilleur remède.

8^e LEÇON

HYGIÈNE DE L'ALIMENTATION

I. — L'ART DE COMPOSER SES MENUS

II. — OBSERVATIONS

1. Rappelez ce qu'on entend par combustion ; qu'est-ce qu'une combustion vive, une combustion lente ?
2. En faisant appel à vos souvenirs, à vos lectures, aux notions acquises dans le cours de géographie, indiquez quelle est la base de l'alimentation des peuples suivants : Chinois, Esquimaux, Nègres du Sénégal, Français, Anglais, Suisses, Allemands. Observez des photographies montrant des marchés, des scènes de repas dans différents pays du globe. Conclusion : y a-t-il une seule façon de s'alimenter ?
3. Étudiez la composition des principaux aliments sur la fig. 1. Quels sont les aliments riches en matières albuminoides, en hydrates de carbone, en graisses ? Quels sont ceux qui contiennent beaucoup de cellulose ?
4. Après avoir défini les principales vitamines, dressez un tableau des aliments qui en sont richement pourvus.
5. Étudiez les cartes de rationnement des diverses catégories : E, J, A, M, T, V... utilisées en période de restriction. En quoi diffèrent les rations journalières correspondantes ? Essayez de justifier ces différences.

III. — LEÇON

La façon de se nourrir varie avec les richesses naturelles du pays qu'on habite. Elle dépend aussi des coutumes ancestrales, du degré de fortune des habitants, parfois même des religions.

Il y a donc bien des façons de s'alimenter. Toutefois, on ne doit pas se laisser guider uniquement par la coutume, ou son instinct, pour composer les menus de chaque jour. Les travaux des savants ont fait connaître des règles qu'il faut suivre pour se bien porter. Nous allons les étudier.

A. — A quoi servent nos aliments ?

1. Ils sont une source de travail et de chaleur.

Une machine à vapeur ne fonctionne que si l'on y brûle du charbon

1. Voir *Les Sciences au Cours moyen*, des mêmes auteurs, p. 178.

Un moteur d'automobile ne tourne que si on y brûle de l'essence. De même, l'organisme humain ne se maintient en activité qu'en *brûlant des aliments*.

Cette combustion s'effectue *dans tous nos tissus*, lentement, sans flamme, à la douce température du corps. L'oxygène est fourni par la respiration. Les déchets sont rejetés par les poumons (*gaz carbonique, vapeur d'eau*) ou par les reins (*urée*).

Grâce à cette combustion lente, nos muscles peuvent travailler, nous pouvons marcher, courir, soulever des fardeaux, etc..., notre cœur peut bâtrer, nos poumons fonctionner. Grâce à elle, nous maintenons constante, à 37°, la *température* de notre corps, en luttant, soit contre l'échauffement, soit contre le refroidissement.

Ce sont donc les *combustions lentes* des aliments dans tout le corps qui sont la source de notre chaleur et du travail de nos muscles. Voilà pourquoi on ne peut vivre sans manger.

2. Les aliments assurent aussi la croissance et l'entretien de nos organes.

On maigrit si l'on ne mange pas assez, et on finit même par mourir.

Chez l'*adulte*, les aliments permettent l'entretien des organes qui se développent ou se remplacent comme la peau, les cheveux, les ongles, les globules du sang...

Chez l'*enfant*, ils apportent en outre les substances indispensables pour la croissance des tissus. On ne construit pas une maison sans matériaux !

3. Comment les différentes catégories d'aliments satisfont à tous nos besoins.

Ce que nous appelons un aliment, comme le pain ou la viande, est en réalité un mélange de différents *principes nutritifs* : l'eau, les substances minérales ou sels minéraux, les hydrates de carbone, les graisses et les matières albuminoïdes. Le tableau de la fig. 1 vous montre en quelle proportion ils entrent dans la composition de nos principaux aliments.

Tous les principes nutritifs concourent à assurer les besoins de l'organisme : travail, chaleur, croissance et réparation des tissus. Toutefois, chacun d'eux est plus apte à satisfaire un besoin particulier.

Ainsi, les *hydrates de carbone* (composés de carbone, hydrogène et oxygène) produisent plus facilement du *travail musculaire*. Ce sont donc des *aliments de force*. Ils sont abondants dans les *aliments féculents* ou *sucrés* : pain, macaroni, pommes de terre, légumes secs, sucre, confitures, etc.

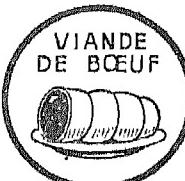
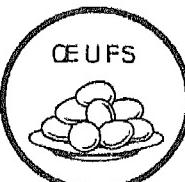
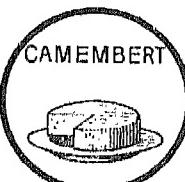
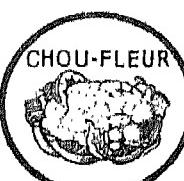
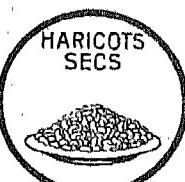
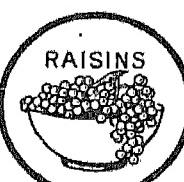
 VIANDE DE BOEUF	Eau 46 H.de C. 0 Album. 18 Graisses 12	 PAIN	Eau 36 H.de C. 54 Album. 8 Graisses 1
 ŒUFS	Eau 63 H.de C. 0,4 Album. 13 Graisses 10	 MACARONI	Eau 12 H.de C. 73 Album. 12 Graisses 1,6
 CAMEMBERT	Eau 43 H.de C. 4 Album. 20 Graisses 24	 POMMES DE TERRE	Eau 60 H.de C. 20 Album. 2 Graisses 0,1
 HARENG	Eau 44 H.de C. 0 Album. 17 Graisses 6	 CHOU-FLEUR	Eau 60 H.de C. 5 Album. 2,4 Graisses 0,3
 HARICOTS SECS	Eau 12 H.de C. 60 Album. 21 Graisses 1,5	 RAISINS	Eau 58 H.de C. 17 Album. 1,1 Graisses 1

Fig. 1. — Tableau de la composition des principaux aliments. Il donne, en grammes, la quantité des principaux éléments contenus dans 100 grammes de chaque aliment représenté. Les éléments *inappréciables*, toujours de toute poids et pourtant indispensables, ne figurent pas dans ce tableau.

Les graisses (formées surtout de carbone et d'hydrogène, avec un peu d'oxygène), abondantes dans l'huile, le beurre, le saindoux... donnent en brûlant beaucoup de chaleur. Ce sont des aliments calorifiques.

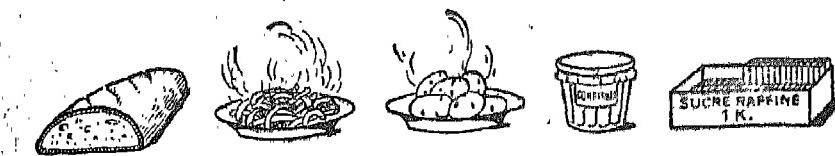


Fig. 2. — Voici des aliments de force riches en hydrates de carbone.

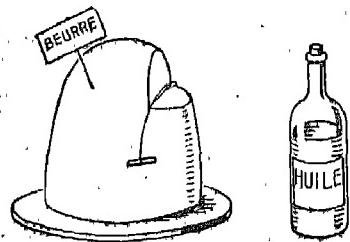


Fig. 3.
Aliments calorifiques riches en graisses.
pour un Homme pesant 60 kilogrammes).

Les matières albuminoïdes, ou matières azotées, contiennent du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. Elles sont indispensables pour la croissance et la réparation des tissus. Elles figurent en forte proportion dans la viande, les poissons, les œufs, le lait, les fromages, les légumes secs. Ces sont des aliments de croissance, nécessaires pour former notre chair. Il faut manger chaque jour, 1 gramme de matières albuminoïdes par kilogramme de poids du corps (60 grammes).



Fig. 4. — Voici des aliments de croissance riches en matières albuminoïdes.

A cela s'ajoutent les sels minéraux, en particulier le phosphore du chaux nérosoire pour la consolidation du squelette. Les œufs, le fromage, les légumes et les fruits secs sont riches en sels minéraux. De leur côté, les légumes verts (artichauts, épinards), les viandes rouges, le bœuf fournissent les composés ferrugineux indispensables pour fabriquer les globules rouges du sang.

B. — Le calcul des rations et la composition des menus.

En quelles proportions les substances qui viennent d'être étudiées doivent-elles figurer dans la ration quotidienne ? Et comment faut-il constituer celle-ci ?

1. Les rations doivent varier selon l'âge et l'activité physique des individus.

On distingue :

1^o la *ration d'entretien* nécessaire pour réparer l'usure des organes d'un Homme adulte ;

2^o la *ration de croissance* pour les jeunes ;

3^o la *ration de travail* de ceux qui fournissent un travail manuel pénible (travailleurs de force).

a) **Ration d'entretien.** — Une ration quotidienne bien équilibrée, pour un Homme de 75 kilogrammes peut être ainsi composée :

75 grammes de matières albuminoïdes,

75 grammes de graisses,

420 grammes d'hydrates de carbone.

Elle fournit le minimum indispensable de matières albuminoïdes + 1 gramme par kilogramme de poids, et une quantité égale de matières grasses, ce qui est bien.

b) **Ration de travail.** — Pour couvrir les besoins des travailleurs de force, il faut leur fournir, en plus de la ration d'entretien, des *aliments de force* : pain, pommes de terre, pâtes, mets sucrés, etc..., en quantité d'autant plus grande qu'ils produisent un travail plus fatigant.

c) **Ration de croissance.** — Chez les jeunes, la ration doit apporter les *matériaux de la croissance*. Elle doit donc s'enrichir en *matières albuminoïdes*, nécessaires à la formation des tissus. L'appétit de viande des enfants correspond à un besoin.

La ration de croissance doit aussi être riche en *sels de chaux*, pour la formation du squelette (1 à 2 grammes par jour).

2. Nos aliments doivent être pourvus de vitamines.

On désigne sous ce nom des substances contenues dans les aliments et qui sont indispensables au maintien de la santé, et même de la vie, bien qu'il suffise d'en absorber chaque jour des quantités infimes : quelques centigrammes ou même moins.

On connaît actuellement plusieurs *vitamines* : l'une est nécessaire à l'entretien, une autre à la croissance, une autre à la bonne ossification du squelette, etc... Quand elles sont défaut dans la ration, des maladies, parfois très graves comme le *scorbut*¹, se déclarent.



Fig. 5. — Pigeon atteint de polynérite. L'animal, qui a été nourri exclusivement avec du riz décorticqué, présente des troubles nerveux dus au manque de certaines vitamines.

(1) *Scorbut* : maladie très grave qui se manifeste par des hémorragies localisées d'abord aux gencives, puis atteignant les organes profonds. Elle peut être mortelle.

Certaines de ces substances résistent mal aux cuissons prolongées et à la stérilisation pratiquée pour conserver les aliments. Elles sont souvent contenues dans ce qu'on est tenté de considérer comme des déchets (enveloppes des graines de céréales, peaux des fruits, etc...) C'est pourquoi, à la longue, les personnes qui se nourrissent exclusivement d'aliments de conserve, stérilisés, tombent malades.

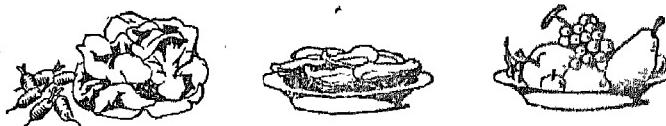


Fig. 6. — Quels aliments riches en vitamines.

Veuillez donc à ce que votre ration comporte des aliments crus : fruits, salades, huîtres..., qu'elle renferme en quantité raisonnable du lait, du beurre, des œufs. Vous ne souffrirez pas alors du manque de vitamines.

3. La ration doit être facile à digérer et doit comporter des aliments encombrants.

Pour être facile à digérer, elle ne doit pas être trop riche en corps gras. Il faut éviter aussi l'excès des condiments (sel, poivre, vinaigre, moutarde).

Quand aux aliments encombrants, comme les légumes verts, la salade, ils sont peu nourrissants, mais riches en cellulose. Celle-ci n'est pas digérée ; pourtant elle facilite la digestion, en activant le bon fonctionnement des muscles de l'intestin. Quand elle fait défaut, ces muscles sont paresseux. Les aliments progressent difficilement dans l'intestin ; c'est la *constipation*.

4. Enfin, il faut bien équilibrer ses menus.

Non seulement l'alimentation doit être variée et appétissante, ce qui est nécessaire à une bonne digestion, mais il faut bien équilibrer son régime. Faute de respecter cette dernière règle, de nombreuses personnes intoxiquent leur organisme et l'usent prématurément.

Voici quelques-uns de ces équilibres nécessaires entre les constitutants de la ration.

a) Si l'on consomme de grandes quantités de sucre et de féculents, il faut absorber en même temps beaucoup d'aliments végétaux riches en vitamines : choux, carottes, laitues, tomates, épinards, fruits frais... C'est particulièrement important pour les travailleurs de force, parce que certaines vitamines sont indispensables à l'utilisation des hydrates de carbone.

b) Si l'on mange des *albuminoïdes* (viande, œufs, fromages), il faut consommer en même temps des *légumes verts* et des *fruits*. C'est que les albuminoïdes donnent dans l'organisme des déchets *acides*; les légumes verts et les fruits donnent au contraire des déchets *basiques* qui neutralisent les premiers. On doit tenir compte de cette règle dans l'établissement des rations de croissance, riches en albuminoïdes.

c) Avec des aliments *riches en phosphore* (viandes, lentilles, pois, céréales, pain), il faut aussi des aliments *riches en chaux* (lait, fromages, carotte, céleri, chou, navet, rhubarbe, oranges, mandarines, olives, etc.). C'est pourquoi certains paysans se nourrissent fort bien de pain et de fromage.

III. — RÉSUMÉ

1. Dans votre corps, les aliments sont une source de travail et de chaleur. Ils doivent aussi assurer la croissance et l'entretien de vos organes.

2. Les aliments sont des mélanges, en proportions variables, d'eau, de sels minéraux, d'hydrates de carbone, de graisses et de matières albuminoïdes.

Chacun de ces principes nutritifs couvre des besoins particuliers : les hydrates de carbone sont des aliments de force, les graisses des aliments calorifiques, les albuminoïdes des aliments de croissance et de réparation des tissus.

3. La quantité d'aliments nécessaires chaque jour à un Homme adulte forme la ration d'enfance. Elle doit être enrichie en hydrates de carbone dans la ration de travail des travailleurs de force, et en albuminoïdes dans la ration de croissance des enfants.

4. Notre ration doit contenir des vitamines et une masse suffisante d'aliments incombrants. Elle doit être bien équilibrée.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Questions. — a) Quel est le rôle des aliments dans l'organisme ?

b) Enumérez les principes nutritifs contenus dans les aliments. Quel est le rôle prédominant de chacun d'eux ? Citez quatre aliments riches en hydrates de carbone ; quatre aliments riches en graisses ; quatre aliments riches en albuminoïdes.

c) Citez quelques aliments qui doivent figurer en abondance dans la ration d'un travailleur de force. Justifiez votre réponse.

d) Quand un bébé est nourri uniquement de *lait stérilisé*, le médecin recommande de lui faire prendre quotidiennement un peu de jus d'orange ou de citron. Pourquoi ?

2. Faites la critique d'un menu. — Quel a été le menu de vos deux derniers repas. Demandez-vous si chacun d'eux a bien répondu aux conditions étudiées dans la leçon.

3. Deux conseils. — a) Certaines vitamines résistent assez bien à l'action de la chaleur, mais elles sont solubles dans l'eau. Aussi, dans les boîtes de légumes en conserve (pois, haricots...) se trouvent-elles dans le jus. Quand vous mangez des conserves de légumes, ne jetez donc pas le jus : les vitamines sont dedans.

b) Les pommes de terre renferment en assez grande abondance une précieuse vitamine soluble dans l'eau. On la perd quand on lave les pommes de terre épluchées avant de les cuire.

Pour éviter cette perte : *lavez avec soin vos pommes de terre avant de les éplucher*. Épluchez-les avec des mains bien propres. Faites-les cuire ensuite sans les laver. Utilisez l'eau de cuisson pour faire de la soupe.

9^e LEÇON

HYGIÈNE DE L'ALIMENTATION (suite)

II.- TROUBLES ET INTOXICATIONS ALIMENTAIRES

I. — OBSERVATIONS

1. Observez un Ténia conservé dans l'alcool, ou l'eau formolée. Distinguez les anneaux, cherchez la tête à la partie effilée du corps. Observez au microscope une préparation d'une tête de Ténia, d'un anneau mûr, plein d'œufs.
2. Lecture et commentaire de *textes de lois* relatifs au contrôle sanitaire des aliments. Fonctionnement des services de ce contrôle dans la ville, le département.
Observation : Chaque ville ait à sa disposition une école de contrôle de l'Office de nutrition, accompagnant toute bientraitance d'illusions
- (fig. 6, p. 65). Explication des principales indications qu'elle porte.
3. Observation, d'après nature, ou sur des planches en couleurs, des principales espèces de champignons comestibles et vénéneux. Caractères distinctifs de l'Amanite phalloïde, champignon mortel. Comparaison de l'Orgeille véritable et de la fausse Orgeille.
4. Notez sur un morceau de bœuf, de veau, de mouton, sur un poisson, les caractères d'une viande salée (voir la leçon, p. 328).

II. — LEÇON

Pour se bien porter, il ne suffit pas d'une ration alimentaire suffisante et bien équilibrée. Des troubles graves peuvent être provoqués par des parasites, des microbes ou des poisons contenus dans nos aliments.

A. — *Les parasites transmis par les aliments.*

Ce sont des Vers intestinaux : *Vers plats* ou *Vers ronds*.

1. Les Ténias sont transmis à l'Homme par la chair des Porcs, des Bœufs ou des Poissons d'eau douce consommée crue ou mal cuite.

Ces parasites, appelés *Vers solitaires*, ont l'aspect d'un ruban aplati, long de plusieurs mètres. Leur corps se compose d'une tête, d'un cou et

d'une série d'anneaux (fig. 1). La tête, très petite (environ 1 millimètre), est fixée à la paroi de l'intestin par des ventouses et parfois des crochets (fig. 2). Le Ver épulse l'organisme en consommant les bonnes nourritures contenues dans l'intestin ; il l'intoxique en y rejetant des produits de déchet.

C'est la tête du Ténia qui engendre tous les anneaux, de sorte que les plus âgés sont les plus éloignés de la tête. Ils sont plats et remplis d'œufs. Quand ils sont mûrs, ils se détachent et sont expulsés avec les excréments.

Les œufs de Ténias sont avalés par les Porcs ou les Bœufs. Dans les muscles de ces animaux (Porcs ladres), ils donnent des larves vésciculeuses qui renferment une tête de Ténia (fig. 3). Quand on mange une telle viande mal cuite (bœuf saignant, jambon ou charcuterie crus...) la tête de la larve se fixe à la paroi de l'intestin et bourgeonne de nouveaux anneaux.

En France, c'est le Ténia du Bœuf qui est le plus répandu. C'est aussi le moins dangereux et le plus facile à expulser.

2. La trichinose est une grave maladie transmise par la viande de Porc.

Elle est provoquée par des petits Vers ronds, longs de 3 à 4 millimètres, les Trichines, qui vivent dans l'intestin. Ils y engendrent des larves microscopiques qui traversent la paroi intestinale et vont se fixer dans les muscles (fig. 4). Logées dans la chair, elles déterminent la

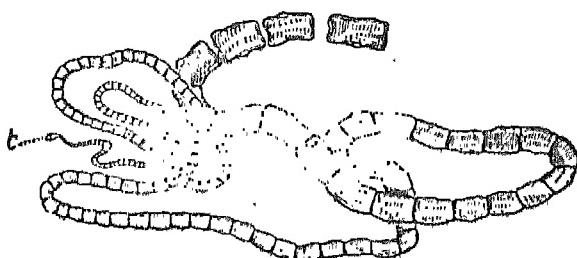


Fig. 1. — Un Ténia, ou Ver solitaire. C'est la tête qui bourgeonne tous les anneaux. Ces derniers, remplis d'œufs, se détachent quand ils sont mûrs.

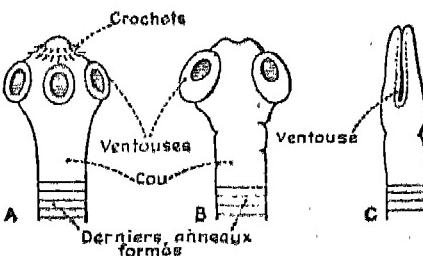


Fig. 2. — Têtes des divers Ténias de l'Homme.

A, tête de *Ténia solitaire*, transmis par la viande de Porc : 4 ventouses et 2 couronnes de crochets.

B, tête de *Ténia inermis*, transmis par la viande de Bœuf : 4 ventouses, sans crochets.

C, tête de *Bothriocéphale*, transmis par la chair des Poissons d'eau douce : 2 ventouses allongées, pas de crochets.

trichinose, maladie souvent mortelle, mais heureusement peu répandue dans notre pays.

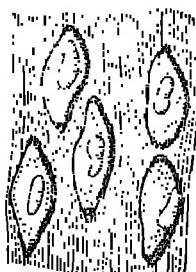


Fig. 3. — Larves vésiculeuses du Ténia solitaire, dans de la viande de Porc ladro.

Pour éviter de contracter un Ver parasite, on ne doit donc consommer que *bien cuite* la viande du Porc ou du Bœuf. Méfiez-vous surtout des viandes provenant d'abattages clandestins, qui n'ont pas été soumises au *contrôle sanitaire* des grandes villes (fig. 5).

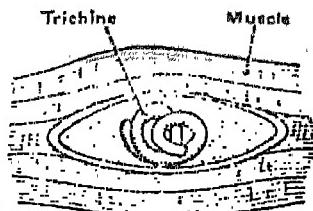


Fig. 4. — Larve de Trichine, dans de la viande de Porc.

N'oubliez pas enfin que d'autres Vers ronds parasites, comme les *Oxyures* et les *Ascaris*, peuvent être transmis par des aliments souillés de terre. Ne touchez donc vos aliments qu'avec des mains très propres. N'acceptez aucun aliment (bonbons ou autres...) offerts par un camarade aux mains sales.

B. — Les intoxications alimentaires causées par des microbes.

1. De graves maladies comme le charbon, la fièvre typhoïde, la tuberculose peuvent être transmises par la viande d'animaux malades.

C'est pourquoi la loi interdit, sous peine de prison, la vente des animaux *morts* de maladies contagieuses, quelles qu'elles soient. Quand les animaux *malades* ont été abattus, leur chair ne peut être livrée à la consommation qu'avec une autorisation spéciale du maire, après avis du vétérinaire des services sanitaires.

Les Huîtres, qui se mangent crues, ne peuvent être vendues que par les établissements ostréicoles reconnus salubres. (fig. 6).

Toutes les mesures de protection des aliments ne sont efficaces que si elles sont accompagnées d'un *contrôle rigoureux*. Dans les villes, aucune viande ne peut être livrée à la consommation sans l'estampille des services sanitaires (fig. 5). Mais il existe encore, dans les campagnes, beaucoup de *tueries partouillères* (fig. 7). Il est donc important que chacun de vous sache reconnaître une viande *saine à son seul aspect*.

Une viande saine est ferme, à fibres nettes, rouges pour la viande de Bœuf, rosées pour le Veau, rougeâtres pour le Porc et le Mouton. La graisse est blanche ou légèrement jaunâtre. Méfiez-vous des viandes à odeur algrelotte. Elles provien-

nent généralement d'un animal malade. A la campagne, n'achetez jamais de la viande de Mouton brun sale, même si elle n'a pas d'odeur : c'est peut être celle d'un animal charbonneux.

2. Les microbes contenus dans les aliments peuvent sécréter des poisons.

a) C'est en particulier le cas pour les microbes de la putréfaction (fig. 8). Les viandes putréfiées prennent une teinte verdâtre, à reflets irisés, et elles dégagent une odeur infecte qui suffit à les rendre suspectes. Elles contiennent des poisons, appelés *ptomaines*, qui provoquent la diarrhée et des accidents parfois mortels.

La mauvaise odeur des viandes putréfiées peut disparaître à la cuisson, mais les ptomaines ne sont pas détruites. Aussi, quand un morceau de viande sent mauvais, ne vous contentez pas de le faire cuire, ou recuire, pour le rendre comestible ; jetez-le.

Les ptomaines apparaissent aussi dans les conserves de viande mal faites, ayant subi un commencement de putréfaction. Apprenez donc à reconnaître la qualité d'une conserve à son seul aspect. Quand elle est saine, la boîte qui la contient n'est pas bombée par les gaz de la fermentation (fig. 9). La viande a une couleur rougeâtre dans toute sa masse ; la gélatine est solide. Elle ne dégage aucune mauvaise odeur.

b) Certaines intoxications intestinales sont produites par des microbes voisins de ceux de la fièvre typhoïde. Elles sont parfois mortelles.

De graves empoisonnements peuvent être provoqués par des conserves alté-



Fig. 5. — Examen sanitaire des Porcs, aux abattoirs de la Villette, à Paris.

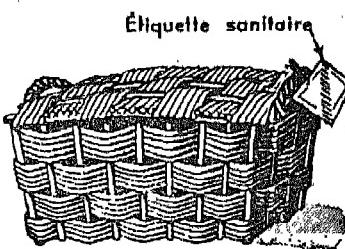


Fig. 6. — Toute bourriche d'Huîtres doit porter une étiquette de contrôle des services sanitaires.

rées, des gâteaux à la crème, souvent contaminés par des cuisières aux malices.

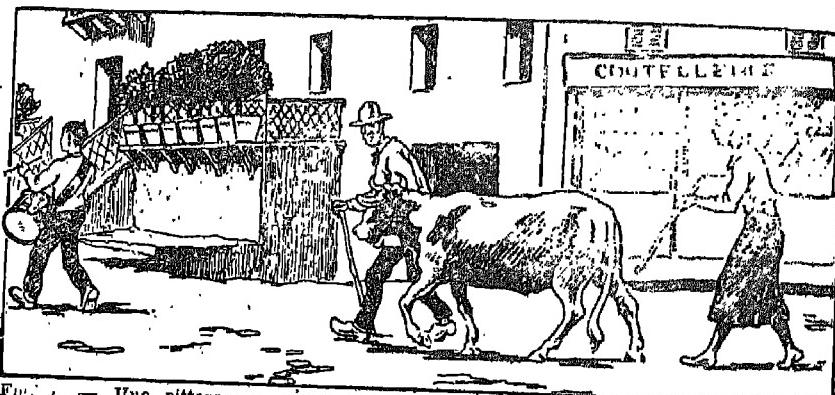


Fig. 7. — Une pittoresque coutume : la promenade des animaux de boucherie à Laguiole (Aveyron). Avant de faire abattre la bête, le boucher doit la promener dans les rues de la ville, au son du tambour. Les habitants peuvent ainsi examiner l'animal dont ils mangieront la viande et, s'il y a lieu, faire opposition à sa mise à mort (contrôle sanitaire par les consommateurs eux-mêmes).

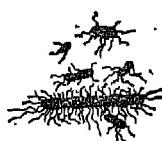


Fig. 8. — Microbes des viandes putréfiées.

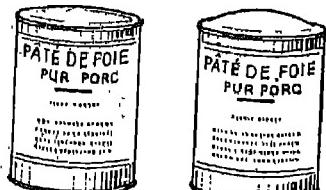


Fig. 9. — Aspects d'une boîte de conserve : a) quand elle est saine ; b) quand elle est déformée par les gaz de la putréfaction.

c) Le botulisme est la plus redoutable des intoxications alimentaires. Elle est due à un poison du système nerveux. Les microbes qui le produisent vivent dans la terre et peuvent contaminer les fruits, les légumes, les viandes, souillés avant leur mise en conserve, et mal stérilisés (*conserves de ménage*). On a décrit de nombreux cas de botulisme provoqués par des épinards de conserve ou des olives noires marinées dans la saumure.

La toxine botulinique est détruite par l'ébullition. Il est donc prudent de bien faire recuire les conserves de ménage avant de les consommer.

C. — Les aliments vénéneux.

Ce sont ceux qui renferment des poisons. Les principaux sont des Champignons et certaines substances introduites frauduleusement dans les aliments.

1. Attention à l'Oronge Ciguë !

Son véritable nom est l'Amanite phalloïde (fig. 10). C'est le seul cham-

pignon mortel. Il contient un redoutable poison, la *phalline*, capable, à faible dose, de détruire tous les globules rouges du sang et de paralyser le système nerveux. Il suffit d'une seule Amanite phalloïde dans un plat de champignons pour empoisonner toute une famille !

Les amateurs de champignons doivent donc savoir reconnaître l'Ornge Ciguë :

a) Son chapeau est blanchâtre, jaunâtre ou verdâtre. Le pied, l'anneau et les lamelles sont blancs.

b) Surtout, à la base du pied, il y a une sorte de bourse, ou *volve*, qui enveloppait le jeune champignon et qu'il a crevée pour s'épanouir.

Quand vous cueillez des champignons, déterrez-les avec soin pour avoir le pied en entier, car la *volve* peut être cachée par les herbes voisines. Si vous croyez voir une *volve* et si votre champignon est blanc, jaunâtre ou vert, jetez-le aussitôt.

Il n'existe aucun autre moyen de distinguer ces mauvais champignon.

Il y a d'autres champignons vénérables ; mais aucun d'eux ne présente la gravité de l'Ornge Ciguë. La fig. 11 vous permettra de distinguer l'*Ornge urate*, qui est délicieuse, de la fausse *Ornge*, capable de provoquer une intoxication grave, mais non mortelle.

2. On peut être empoisonné par certaines substances introduites frauduleusement dans les denrées alimentaires.

On a souvent constaté des troubles gastriques, des maux de tête, des douleurs intestinales à la suite d'ingestion d'aliments auxquels avaient été mélangés des produits toxiques pour les conserver ou les rendre plus appétissants.

Ainsi, on ajoute aux fromages de l'*acide borique* pour assurer leur conservation. Le lait et les fromages sont parfois additionnés d'*acide salicylique*. Le *sulfate de cuivre* est employé pour verdir les légumes, surtout en conserves. La *fuchsine* et les *colorants* dérivés de la houille sont parfois utilisés pour colorer les vins, les bonbons. Tous ces

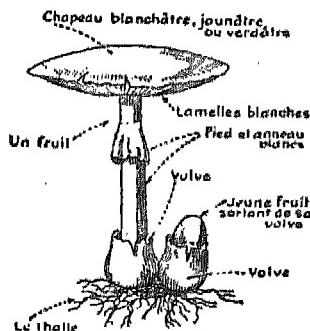


Fig. 10. — L'Amanite phalloïde, ou Ornge Ciguë, est un champignon mortel.

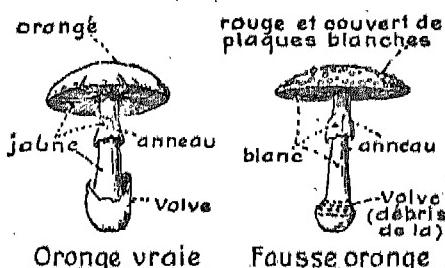


Fig. 11. — Sachez distinguer l'Ornge vraie, comestible, de la fausse Ornge, vénéneuse.

corps sont nocifs et les fraudes alimentaires sont punies par la loi.

Citons enfin les intoxications produites par des *sels métalliques* provenant des récipients : sels de cuivre des casseroles, sels de plomb des boîtes de conserve... Mais ces accidents deviennent de plus en plus rares. On ne cuisine plus guère dans les casseroles de cuivre et, dans la fabrication des conserves, on a remplacé la soude au plomb par le sertissage des couvercles.

III. — RÉSUMÉ

1. La viande de Porc, la viande de Bœuf, la chair des Poissons d'eau douce, consommées crues ou mal cuites, peuvent transmettre des *Ténias*, Vers plats parasites.

Les *Trichines*, petits Vers ronds transmis par la viande de Porc, provoquent une grave maladie : la trichinose.

Les œufs d'autres Vers ronds parasites, *Oxyures* et *Ascaris*, sont parfois introduits dans le tube digestif par des aliments souillés de terre.

2. Certaines maladies infectieuses : fièvre typhoïde, charbon, tuberculose peuvent être transmises par les aliments.

3. Les microbes contenus dans les aliments peuvent provoquer de graves intoxications : empoisonnements par les viandes putréfiées, botulisme, etc.

4. Certains aliments sont vénéneux : les plus dangereux sont les Oronges Cigues, champignons mortels.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Cherchez des larves de Ténias. — Vous ne trouveriez pas facilement celles qui peuvent parasiter l'Homme, mais il est fréquent de voir, autour de l'intestin des Lapins qu'on prépare pour la cuisine, les larves vésiculeuses d'un *Ténia du Chien*. Ces vésicules sont grises, pleines de liquide, elles atteignent un centimètre. On y voit par transparence une petite masse blanche, qui est la tête du futur Ténia. On trouve souvent ces larves par centaines autour de l'intestin des Lapins. L'adulte est un petit Ténia de l'intestin des Chiens. Ceux-ci s'infestent en dévorant les entrailles des Lapins, et ces derniers en mangeant l'herbe souillée d'excréments de Chien.

2. Apprenez à reconnaître les champignons. — A la belle saison et en automne, récoltez des champignons. Exercez-vous à les identifier d'après leur aspect botanique. Vous pourrez utiliser les ouvrages suivants : A. MAUBLANC. — *Les champignons comestibles et vénéneux* (2 vol., pl. en couleurs ; Le Chevalier, édit.). R. LE CERF. — *Cent champignons reproduits en couleurs* (éditions Duchartre).

10^e LEÇON

SOINS DENTAIRES HYGIÈNE DU TUBE DIGESTIF

I. — OBSERVATIONS

1. Révisez les différentes parties du tube digestif sur la fig. 1. Rappelez rapidement le rôle de chacune d'elles.
2. Observez vos dents, en ouvrant la bouche devant une glace : *incisives, canines et molaires*. Combien y en a-t-il de chaque sorte, à chaque mâchoire ?
Observer une dent extraite de son alvéole. Couronne et racines. Forme de la couronne des différentes sortes de dents. Rôle dans la mastication.
3. Observez une dent de lait, après sa chute : elle n'a plus de racine. Pourquoi ? Qu'est-ce qui a provoqué la chute de cette dent ?
4. Observez une dent coupée (à défaut, à fig. 4, p. 72) : émail, cément, ivoire, pulpe dentaire. Essayez d'user l'émail sur une lime. Conclusion.
5. Examen d'une préparation microscopique de film dentaire : gratter avec l'ongle la surface interne d'une molaire ; étaler le produit obtenu sur une lame de verre, dans une goutte de bleu de méthylène ; recouvrir d'une lamelle ; observer au microscope (voir la fig. 5, p. 72).
6. Observez une dent cariée (on peut s'en procurer chez un dentiste). Aspect de la partie cariée. La carie est-elle profonde ? A-t-elle attaqué seulement l'émail ? Ou l'émail et l'ivoire ? A-t-elle atteint la pulpe au centre de la dent ?

II. — LEÇON

Vous avez appris, l'an passé, que les aliments ne peuvent être utilisés par l'organisme sans avoir subi l'action des *sucs digestifs*.

Broyés dans la bouche par les *dents*, ils sont avalés, puis parcoururent l'*œsophage*, l'*estomac*, l'*intestin grêle* et le gros *intestin* (fig. 1).

Chemin faisant, ils sont arrosés par les *sucs digestifs* sécrétés par des *glandes* : glandes salivaires, glandes de la paroi de l'estomac, pancréas foie, glandes de la paroi intestinale. A leur contact, les principes nutritifs des aliments sont transformés, rendus assimilables. Ils sont finalement absorbés par la paroi de l'intestin grêle.

Pour que l'action des *sucs digestifs* soit complète, il faut que les aliments aient été réduits en bouillie dans la bouche.

Il importe donc de mâcher complètement votre nourriture, et pour cela de bonnes dents sont nécessaires.

A. — Prenez soin de nos dents.

1. La dentition de l'adulte comporte 32 dents.

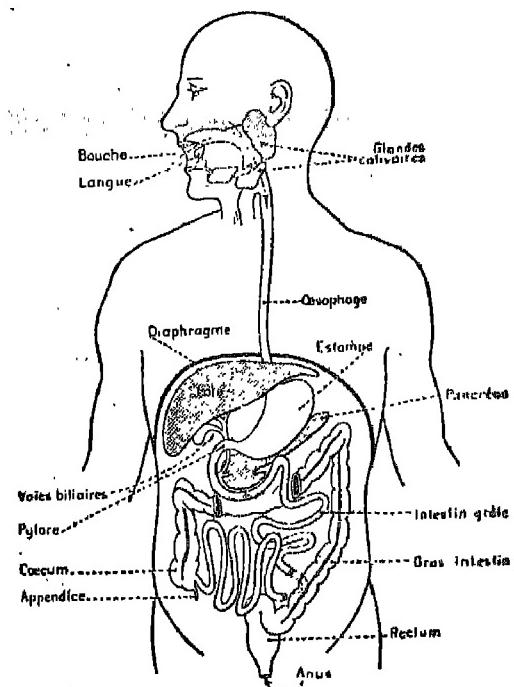


Fig. 1. — Les différentes parties du tube digestif.

Cette dentition adulte remplace la *dentition de lait*, ou *première dentition*¹ qui comporte 20 dents, tonifiant les unes après les autres entre la sixième et la douzième année (fig. 3).

2. Les dents sont formées d'ivoire, revêtu d'émail sur la couronne et de cément sur les racines.

L'ivoire est du tissu osseux. Il est formé d'1/3 d'osseine² et de

1. L'étude de la *dentition de lait* est faite dans le cours de Puériculture, p. 478.

2. Rappelez-vous que l'osseine est la matière organique des os. Elle disparaît quand on brûle l'os. C'est elle qui subsiste quand on laisse séjournier l'os dans un bouillon. Elle forme la gelée qu'on fabrique avec le bouillon d'os.

Chacune d'elles comprend une ou plusieurs racines, logées dans les alvéoles des mâchoires, et une couronne, seule visible hors de la gencive.

Suivant leur forme, on distingue plusieurs catégories de dents (fig. 2) : celles de devant, ou *incisives*, ont une couronne tranchante ; puis vient de chaque côté une canine, à couronne pointue ; les dents du fond des mâchoires, ou *moltaires*, ont une couronne aplatie, comme une meule.

Quand sa dentition est complète, un Homme adulte possède 32 dents, c'est-à-dire, par demi-mâchoire, 8 dents qui se répartissent ainsi : 2 *incisives*, 1 *canine* et 5 *moltaires*.

2/3 de substances minérales riches en phosphate de chaux.

L'émail est une substance calcaire, blanche, très dure. Il fait feu au briquet et ne peut être attaqué qu'avec des outils en acier spécial, très dur. Il est recouvert d'une fine cuticule résistante à l'action des acides.

Le cément est un tissu osseux jaunâtre.

Au centre de chaque dent, une assez vaste cavité contient un tissu mou, la *pulpe dentaire*, dans laquelle pénètrent des vaisseaux sanguins et des nerfs (fig. 4).

3. La bouche est un milieu favorable au développement des microbes.

Vous vous en rendrez compte en observant au microscope un peu de l'enduit qui recouvre vos dents (fig. 5).

Ces microbes, en agissant sur la salive, provoquent la formation d'un dépôt calcaire jaunâtre, ou *tartre*, sur les dents. Le tartre durcit peu à peu, devient pierreux, et finit par blesser les gencives.

De plus, les microbes de la bouche produisent la pourriture des particules alimentaires qui sont retenues entre les dents, après les repas. Ces débris prennent très vite une odeur infecte, ce qui a pour premier effet de rendre l'*haléine fétide*, repoussante. Un second effet, bien pire, c'est qu'au contact des particules alimentaires en décomposition 1

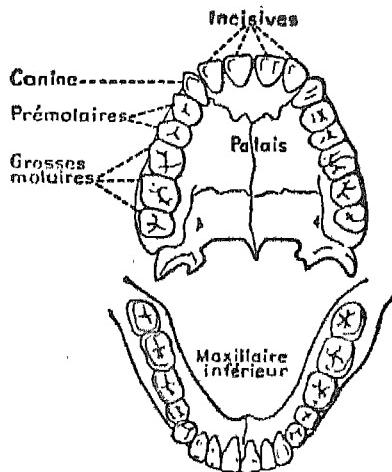


Fig. 3. — Les différentes sortes de dents.

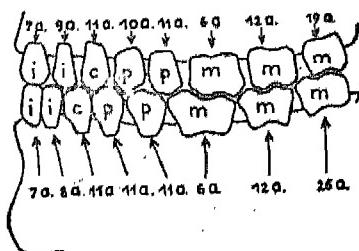


Fig. 3. — Dates d'apparition des dents adultes.

Elles indiquent l'âge de sortie des diverses dents. Par exemple, la ¹^{me} : 7 ans. Pour les incisives, les canines et les premières molaires, ces dates sont également celles de la chute des dents de lait auxquelles elles se substituent. L'âge de sortie des molaires n'est celui de leur première apparition, car elles n'existent pas dans la dentition de lait.

dents se gâtent : elles se carient.

4. Comment se développe la carie dentaire.

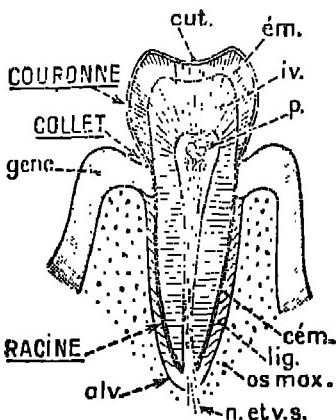


Fig. 4. — Coupe d'une dent.
alv., alvéole creusée dans l'os maxillaire (os max.) ; cém., cément ; cut., cuticule ; gene., gencive ; iv., ivoire ; lig., ligaments reliant la racine à la paroi de l'alvéole ; n. et v.s., nerf et vaisseaux sanguins ; p., pulpe.

Puis, la destruction de l'ivoire se poursuivant, la pulpe est atteinte à son tour.

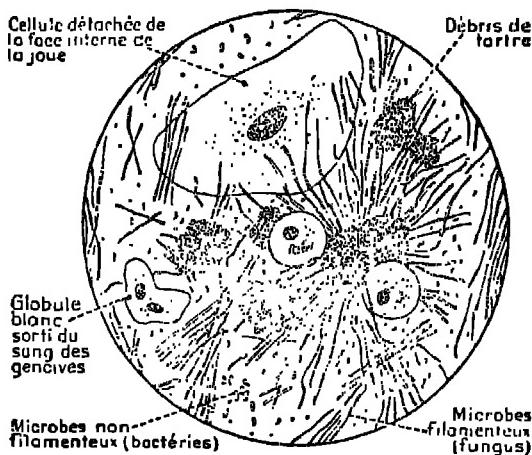


Fig. 5. — Voici ce que l'on voit quand on observe, au microscope, un peu de l'enduit qui recouvre nos dents.

La fermentation des particules alimentaires, retenues entre les dents, produit des *acides* qui dissolvent les sels calcaires de l'émail. C'est le *premier degré de la carie* (fig. 6) : la dent n'est pas encore douloureuse.

Quand l'émail est percé, les microbes envahissent l'ivoire. Ce dernier étant moins résistant, le travail de destruction devient plus rapide et plus étendu. Les sels de chaux sont dissous ; l'ossine subit une véritable putréfaction. La cavité de carie prend la forme d'une petite carafe dont le goulot traverse la couche d'émail. C'est le *second degré de la carie* (fig. 6) : la dent atteinte provoque une sensation d'agacement ; elle devient sensible au chaud et au froid.

Elle s'enflamme, augmente de volume et comprime les filets nerveux. La carie est au *troisième degré de son évolution* : alors se produisent les douleurs atroces de la *rage de dents*.

5. Nettoyez vos dents avec le plus grand soin.

C'est le plus sûr moyen d'empêcher

les microbes de la bouche de pulluler et de commettre leurs méfaits.

*Matin et soir,
brossez vos dents
avec une brosse
imprégnée de savon
blanc ou d'un bon
dentifrice. Votre
brosse sera moyen-
nement dure. Trop
souple, elle serait
inefficace ; trop
dure, elle blesse-
rait les gencives, et pourraient même rayer les dents.*

*Vous la manierez
verticalement, en allant
de la gencive vers le
sommet de la dent. Vous
veillerez à ce que les
poils pénètrent entre les
dents, pour bien enlever
toutes les particules al-
imentaires qui s'y trou-
vent. N'oubliez pas de
nettoyer leur face interne
aussi soigneusement que
leur face externe (fig. 7).
Pour finir, rincez-vous
la bouche avec soin.*

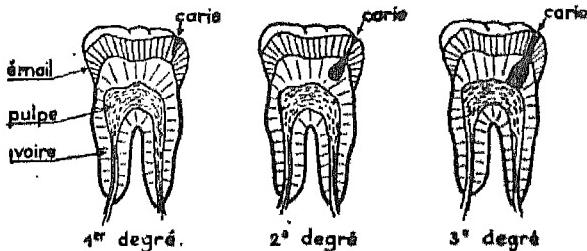


Fig. 6. — Les 3 degrés de la carie.

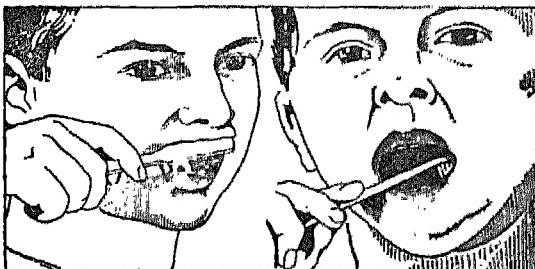


Fig. 7. — Brossez vos dents, matin et soir, avec le plus
grand soin. Maniez la brosse verticalement et n'oubliez
pas de brosser leur face interne.

6. Protégez vos dents contre la carie.

Il ne suffit pas de laver ses dents pour éviter la carie. Celle-ci peut atteindre des dents maintenues très propres.

a) La carie est favorisée par la mauvaise minéralisation des dents. — C'est pourquoi certaines personnes voient leurs dents se gâter après une maladie qui a déminéralisé leur squelette.

Ayez donc une *bonne nourriture*, qui apporte les matériaux nécessaires à la consolidation du squelette. Vivez le plus possible *au soleil* : les rayons solaires provoquent la formation de la *vitamine antirachitique* nécessaire à la minéralisation de nos os.

b) Tout ce qui porte atteinte à l'émail des dents favorise la carie. — Ne brisez pas l'émail en cassant des noisettes avec vos dents. Ne le

rayez pas en vous curant les dents avec des épingles ou la pointe d'un couteau. Méfiez-vous des cure-dents ordinaires, taillés dans des plumes d'oie, et des brosses à dents trop dures.

N'abusez pas des aliments acides, comme le vinaigre et les citrons, car les acides dissolvent les sels de chaux de l'émail. N'abusez pas non plus des sucreries : elles ont sur l'émail le même effet pernicieux.

c) *Une ou deux fois par an, allez chez le dentiste. — Montrez-lui votre denture, sans attendre qu'elle vous fasse souffrir. Il la débarrassera de son tartre, s'il s'en est formé malgré les soins de propreté buccale. Il dépistera les débuts de carie, et les soignera avant que les dents soient sérieusement atteintes.*

Faites soigner le plus tôt possible toute dent cariée. Sinon, vous risquez de perdre complètement la dent malade. Pire encore, les microbes que vous entretenez dans votre bouche, en y maintenant une dent cariée, peuvent provoquer des abcès, des phlegmons et d'autres graves maladies infectieuses.

B. — *L'hygiène du tube digestif.*

Pour que les aliments soient bien digérés, il ne suffit pas d'avoir de bonnes dents, il faut encore suivre certaines règles d'hygiène pour entretenir le tube digestif en bon état.

1. Mangez et buvez sans excès.

Ne gonflez pas votre estomac en mangeant, comme un glouton, plus d'aliments qu'il n'en peut contenir. Sinon à la longue, vous souffrirez d'une *dilatation d'estomac*.

Ne buvez jamais, d'un seul coup, un trop grand volume de liquide. Ne mangez pas par gourmandise, ou par politesse. A table, *suivez les conseils de votre appétit* : ils sont bons.

2. Ne mangez que des mets appétissants.

C'est nécessaire pour assurer une bonne sécrétion des sucs digestifs. Quand on mange à contre-cœur, on digère mal.

Sachez aussi que l'absorption de liquides glacés ou de boissons alcooliques, *avant le repas*, est une cause fréquente d'indigestion.

3. Pas d'exercices violents en sortant de table.

Votre estomac est en plein travail. Le moment serait mal choisi pour courir ou sauter. La digestion risquerait d'être troublée.

4. Prenez des habitudes de régularité.

Vos repas doivent être réglés comme les autres actes de votre vie. Un intervalle de six à sept heures est nécessaire entre eux pour reposer votre tube digestif. Pour vous mettre à table, n'attendez pas d'avoir faim : consultez la pendule. Souvent, l'appétit vient en mangeant.

Evitez la constipation. Quand les excréments séjournent trop longtemps dans l'intestin, ils produisent des poisons qui peuvent passer dans le sang. Allez donc à la selle, tous les jours, à heure fixe, même si le besoin ne s'en fait pas sentir. De toute façon — sauf avis du médecin — évitez les laxatifs. Ils facilitent le travail de l'intestin, mais le rendent paresseux.

III. — RÉSUMÉ

1. La dentition complète d'un adulte comporte 32 dents : 2 incisives, 1 canine et 5 molaires par demi-mâchoire.

Elle succède à une dentition de lait, qui ne compte que 20 dents tombant entre la 6^e et la 12^e année.

2. Chaque dent comprend une couronne et une ou plusieurs racines.

Elle est formée d'une substance osseuse, l'*ivoire*, recouverte d'*émail* dans la couronne et de *cément* dans la racine. L'*ivoire* contient la *pulpé*, riche en filets nerveux et en vaisseaux sanguins.

3. De nombreux microbes vivent dans la bouche. Ils produisent le *lactre* qui recouvre les dents. En faisant fermenter les particules alimentaires, ils sont une cause de *carie*.

4. Pour éviter la *carie* : lavez vos dents matin et soir, ne brisez pas leur émail en mordant des objets trop durs, consultez le dentiste tous les ans.

5. Prenez soin de votre tube digestif : buvez et mangez sans excès, à heures fixes, mâchez bien vos aliments, évitez la constipation.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Questions. — a) Qu'est-ce que la *carie*? Quelles en sont les causes? Que faut-il faire pour l'éviter?

b) Pourquoi faut-il manger de bon appétit? Pourquoi faut-il espacer régulièrement ses repas?

c) On peut gâter ses dents en buvant trop chaud ou trop froid. Dites pourquoi.

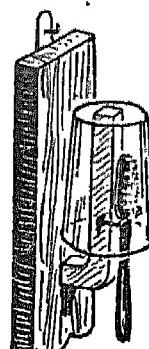


Fig. 8. — Un support pratique, pour votre brosse à dents.

2. Etablissez votre formule dentaire. — Pour caractériser une dentition, on établit une formule qui comprend 3 fractions : $i \dots$; $c \dots$; $m \dots$.
 i , c et m désignent respectivement les incisives, les canines et les molaires.
Au numérateur de chaque fraction, on indique combien il y a de dents de chaque sorte à la demi-mâchoire supérieure ; au dénominateur, combien il y en a à la demi-mâchoire inférieure. Ceci posé :

- a) Etablissez la formule dentaire d'un Homme adulte; d'une dentition de lait.
- b) Etablissez votre propre formule dentaire.

3. Un support pratique. — On doit ranger sa brosse à dents à l'air, pour qu'elle puisse sécher, mais à l'abri de la poussière. Le petit support, facile à réaliser en bois, représenté par la fig. 8, permet de satisfaire à cette double condition,

11^e LEÇON

L'EAU POTABLE

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. N'avez-vous pas vu près de certains robinets, dans les gares notamment, des écriteaux portant : *eau potable* ou *eau non potable*? Que signifient ces expressions?
2. Observez une *eau potable*. Couleur, odeur, saveur. Prenez sa température. Montrez qu'elle renferme de l'*air* en dissolution (voir la fig. 2, p. 78). Montrez qu'elle ne contient pas de *matières organiques* (voir exercices pratiques).
3. Lavez-vous les mains avec du savon en utilisant d'abord de l'eau de pluie, puis de l'eau fortement salée; la mousse se forme-t-elle aussi vite et aussi abondante avec l'une et l'autre ? Utilisez ensuite l'eau de votre maison, et dites si elle est *douce* comme l'eau de pluie, ou *dure* comme l'eau salée.
4. Réalisez la stérilisation chimique rapide d'une eau : a) par le *permanganate de potassium*; b) par l'*eau de javel* (voir le texte de la leçon).
5. Observation d'un filtre de ménage, d'une bougie Chamberland. Expliquez leur fonctionnement, la façon de les nettoyer (voir le texte de la leçon).

II. — LEÇON

L'eau est indispensable à la vie. Un Homme adulte doit en absorber, en moyenne, 1,5 litre par jour.

Mais toute eau n'est pas bonne à boire. Elle peut être *claire, limpide, sans odeur ni saveur désagréables*, sans pour cela être potable (fig. 1). C'est que les eaux naturelles ne sont jamais pures. Par suite de leur contact avec l'air et le sol, elles tiennent en dissolution, ou en suspension, des *gaz*, des *matières minérales ou organiques*, des *microbes inoffensifs ou dangereux*.

Etudions aujourd'hui les caractères d'une eau potable. Nous chercherons ensuite quelles sont les principales sources d'eau potable, puis nous décrirons les procédés d'épuration des eaux suspectes.

A. — Les caractères d'une eau potable.

Il va sans dire qu'une eau bonne à boire doit être *propre, inodore, agréable au goût*. Mais elle doit satisfaire encore à d'autres conditions.

fièvre typhoïde et le choléra. Ces dangereux microbes doivent donc être recherchés et dépistés dans les eaux livrées à la consommation. Les laboratoires d'hygiène départementaux s'y emploient.

B. — Les principales sources d'eau potable.

Pour se procurer de l'eau potable, on utilise, suivant les circonstances, des eaux de surface ou des eaux de profondeur.

1. Les eaux de surface : eau de pluie, eaux de rivières, eaux de lacs sont de qualité très variable.

a) Les eaux de pluie sont recueillies dans des citernes. Elles sont trop peu minéralisées et plus ou moins souillées par les poussières des toits et des gouttières sur lesquels elles ont coulé.

b) Les eaux de rivières sont toujours suspectes. Elles charrient des débris de toute sorte et de nombreux microbes.

c) Les eaux de lacs peuvent être très pures, si elles sont captées loin des rives et à une assez grande profondeur.

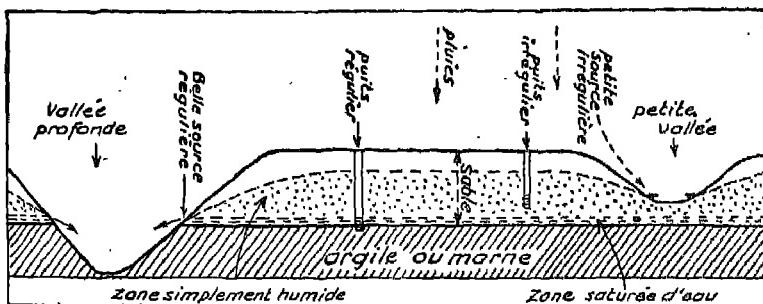


Fig. 5. — Circulation de l'eau dans les sous-sols poreux (sable). Cette eau d'infiltration est filtrée. Si elle rencontre une couche imperméable, elle alimentera des puits à débit régulier et de belles sources aux flancs des vallées.

2. Les eaux de profondeur sont souvent excellentes, mais parfois suspectes : cela dépend des roches qu'elles traversent.

a) Les roches traversées sont régulièrement poreuses (sables ou grès). — Dans ce cas, l'eau qui pénètre dans le sol subit une véritable filtration

naturelle. C'est la meilleure des eaux potables. On la recueille en *captant des sources ou en forant des puits* (fig. 5).

b) Les roches traversées sont fissurées ou crevassées (roches granitiques et calcaires). — L'eau n'a pas été filtrée en circulant dans le sous-sol. Les belles sources qu'elle alimente sont donc suspectes (fig. 6).

Cela est surtout vrai dans les *pays calcaires*, dont le sous-sol est largement crevassé. L'eau a pu y être contaminée par du purin, des fosses d'aisances. Elle contient souvent de dangereux microbes et sa consommation peut être la cause d'épidémies.

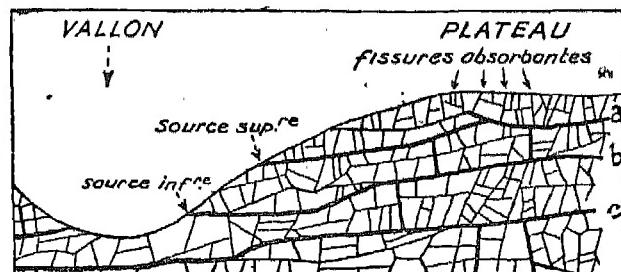


Fig. 6. — Circulation de l'eau dans des roches fissurées.
Quand l'eau circule dans des roches fissurées ou crevassées (calcaires ou roches granitiques), elle n'est pas filtrée. Les sources qu'elle alimente sont donc suspectes.

3. Certaines précautions doivent être prises dans le captage des eaux souterraines.

C'est qu'en effet un puits, une source peuvent être souillés par une fosse d'aisances non étanche (fig. 7), une fosse à fumier, etc...

On protège les sources en les abritant sous une galerie voûtée et bétonnée, qui capte la source le plus profondément possible.

Les puits doivent être profonds. Leur maçonnerie étanche doit arriver sur la couche imperméable qui forme le fond de la nappe. C'est sur cette couche que

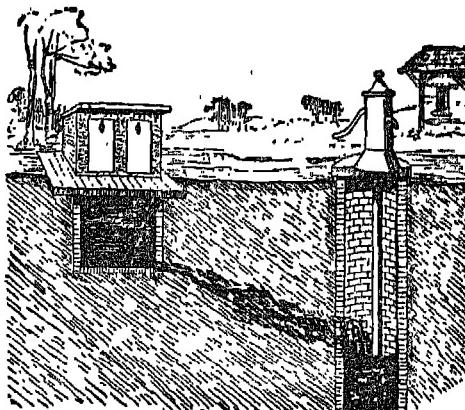


Fig. 7. — Un puits peut être contaminé par une fosse d'aisances non étanche.

reposera le tuyau d'aspiration si on pose une pompe.

Enfin, il faut veiller à ce qu'il n'y ait pas de puissards, pas de fossé d'aisances, pas de fumiers à moins de 50 mètres des puits, pour éviter les infiltrations.

C. — L'épuration des eaux

Avant d'être consommées, les eaux douteuses sont purifiées, c'est-à-dire soumises à un traitement qui les débarrasse des microbes qu'elles contiennent. On réalise cette épuration par *filtration* ou *filtration*.

1. La filtration réalise artificiellement l'épuration que les couches sableuses du sous-sol font subir à l'eau qui les traverse.

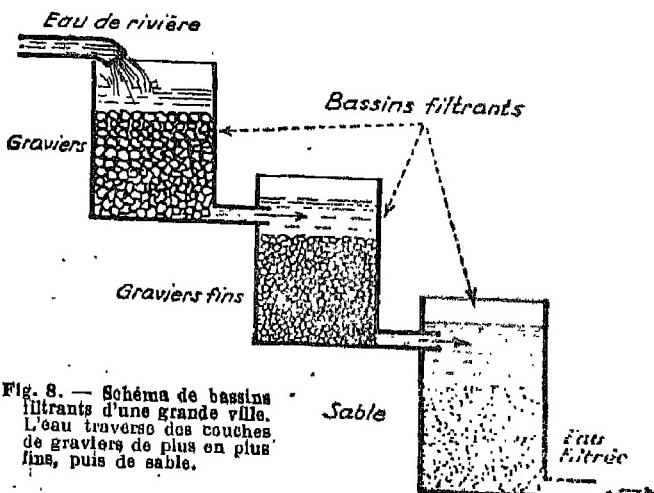


Fig. 8. — Schéma de bassins filtrants d'une grande ville.
L'eau traverse des couches de graviers de plus en plus fins, puis de sable.

a) Les bassins filtrants des grandes villes. — Pour alimenter les villes, il faut une énorme quantité d'eau. Elle est prise à un cours d'eau et conduite dans de vastes bassins. Elle en sort filtrée après avoir traversé des couches épaisses de graviers et de sables fins qui retiennent les microbes (fig. 8).

b) Les filtres de ménage. — Les meilleurs sont formés d'une bougie de porcelaine poreuse qu'on adapte sur un robinet. L'eau sous pression

passe à travers les pores de la porcelaine, mais les microbes sont arrêtés (fig. 9).

Ceux-ci finissent par encrasser le filtre, en formant une couche gluante à sa surface. Il faut donc nettoyer régulièrement la bougie de porcelaine, tous les huit jours environ.

Pour nettoyer une bougie de porcelaine : brossez-la dans l'eau, puis trempez-la, pendant une heure, dans une solution de *permanganate de potassium* (à 1 gramme pour 1 litre d'eau). Remettre la bougie en place et attendre pour boire que l'eau filtrée coule incolore.

Il ne faut jamais plonger une bougie de porcelaine dans l'eau bouillante pour la stériliser. Elle donnerait ensuite un mauvais goût à l'eau filtrée. De plus, on risquerait de la fendiller, ce qui la rendrait inutilisable.

2. On peut stériliser l'eau par la chaleur ou par certaines substances antiseptiques.

a) On peut stériliser l'eau en la faisant bouillir. — Il suffit de maintenir l'ébullition pendant 1/4 d'heure pour détruire les mauvais microbes qu'elle peut contenir. Cette pratique devient une règle absolue pendant les épidémies de fièvre typhoïde et de choléra.

b) Stérilisation par des substances antiseptiques. — Le vin, à cause de l'alcool qu'il renferme, est un très bon désinfectant. Il suffit de le mélanger à l'eau plusieurs heures à l'avance pour que celle-ci soit stérilisée.

Un autre procédé très simple de stérilisation consiste à verser 1 goutte d'eau de Javel dans 2 litres d'eau suspecte (fig. 10). Agiter le mélange et attendre 20 minutes avant de boire.

III. — RÉSUMÉ

1. L'eau potable, c'est-à-dire bonne à boire, doit être fraîche, claire, inodore, de saveur agréable. Elle doit contenir de l'air et un peu de sels en dissolution.

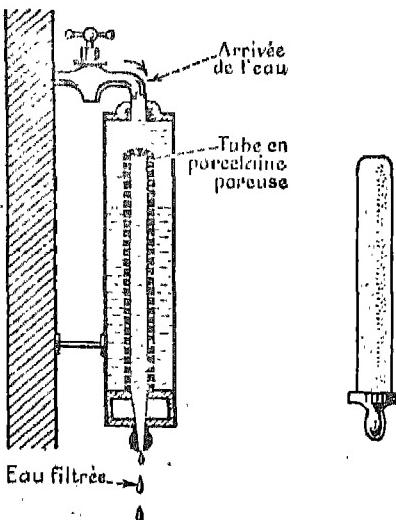


Fig. 9. — Coupe d'un filtre de ménage (système Chamberland). A droite, on a représenté la bougie filtrante, en porcelaine poreuse, sortie de son enveloppe métallique.

Elle ne doit contenir ni matières organiques, ni parasites, ni microbes dangereux. Parmi ceux-ci, ceux du choléra et de la fièvre typhoïde sont les plus à redouter.

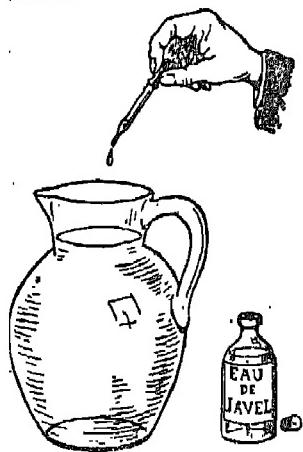


Fig. 10. — Une goutte d'eau de Javel dans 2 litres d'eau suspecte, 20 minutes avant de boire : l'eau est stérilisée.

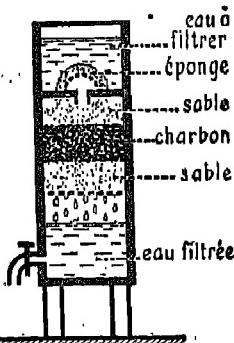


Fig. 11. — Modèle d'un filtre de campagne, facile à réaliser.

3. A l'occasion, voir sur place le *capage*, la *purification* et la *distribution* des eaux de la ville.

De même, faites-vous expliquer la disposition d'une citerne.

2. Les principales sources d'eau potable sont :

- les sources, provenant de nappes souterraines situées sous d'épaisse couche de sable ;
- l'eau des puits, à condition qu'ils soient profonds, bien dimensionnés, creusés loin de toute cause de contamination ;
- l'eau de pluie, après filtration ;
- l'eau des lacs, plan d'eau des bords.

3. Pour rendre potable une eau dont on n'est pas très sûr, on la débarrasse par filtration, par ébullition prolongée, ou par addition d'eau de Javel (1 goutte par 2 litres d'eau).

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Questions. — a) Enumérez les qualités d'une eau potable.

b) Comment prouve-t-on que l'eau potable contient de l'air dissous ?

c) Qu'aperçoit-on sur la paroi intérieure d'une bouilloire qui sert depuis longtemps ? Qu'est-ce que cela prouve ?

Qu'est-ce qu'une eau dure, une eau douce ? Comment peut-on reconnaître qu'une eau est dure ?

L'eau distillée est-elle dure ou douce ? Pourrait-on, sans inconvénients, se servir uniquement d'eau distillée pour l'alimentation (boisson et cuisine) ?

d) Pourquoi les étables, les fontaines à purin, les fumiers doivent-ils être éloignés des puits, des citernes ?

2. Un filtre de campagne. — C'est celui qu'on pourra réaliser quand, faute de tout moyen d'eau courante, on ne peut se servir que d'eau : l'eau d'une bougie de porcelaine. La fig. 11 représente un modèle qu'on peut réaliser à peu de frais (Hauteur totale : 1 mètre environ).

12^e LECON

LES BOISSONS FERMENTÉES. L'ALCOOLISME

I. — OBSERVATIONS

1. Etude de la fermentation alcoolique.
a) Réalisez la fermentation d'une solution de glucose en l'ensemencant avec de la levure de bière (voir texte p. 86). *b)* Abandonnez, pendant une dizaine de jours, du jus de raisin ou de pomme dans un flacon bouché. Transformations observées au sein du liquide. Quand il a bien bouillonné, introduisez une allumette enflammée dans le goulot. Quel est le gaz qui surmonte le liquide ? Sentez celui-ci, goûtez-le. Est-il encore sucré ? Comparez les deux expériences *a* et *b*.
2. Mise en évidence de l'alcool dans les boissons fermentées. Chauffez

- du vin ou du cidre dans une cuiller en fer. Quand le liquide commence à bouillir, approchez une allumette enflammée. Observez la combustion de l'alcool. Même expérience avec une *cau-de-vie*. Comparez les résultats obtenus.
3. Observation de levures, au microscope. Délayez une pincée de levure de bière dans un peu d'eau. Étalez une goutte entre lame et lameille et observez au microscope.
 4. Observation de photographies montrant des lésions alcooliques (on peut se procurer ces documents à la *Ligue nationale contre l'alcoolisme*, bd St-Germain, Paris).

II. — LECON

L'eau est la seule boisson qu'on trouve toute préparée dans la nature. Mais, pour son agrément, l'Homme consomme des *boissons fermentées*, comme le vin, le cidre, la bière, et des *boissons distillées* comme les eaux-de-vie.

Dans cette leçon, nous étudierons ces boissons et nous verrons quelles graves conséquences entraîne leur consommation excessive.

A. — *Boissons fermentées et boissons distillées.*

1. La fermentation alcoolique est produite par les levures, qui sont de microscopiques champignons.

Expérience. — Réalisons le montage représenté fig. 1. Dans le flacon, versons gros comme une noix de *levure de bière*¹, préalablement

1. On peut acheter la levure de bière chez le boulanger.

délayée dans de l'eau (fig. 2). Ajoutons une solution de glucose¹ à 5% légèrement tiède. Adaptons le bouchon pourvu d'un tube à dégazement.

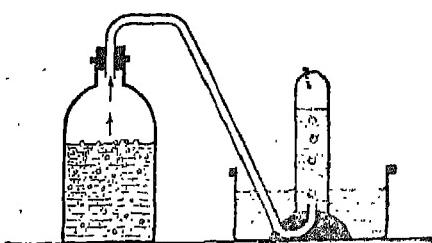


Fig. 1. — Expérience de fermentation du glucose par la levure de bière.

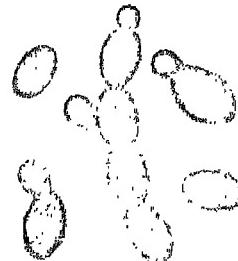
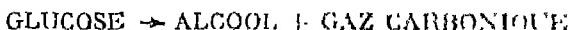


Fig. 2. — Cellules de levure de bière, vues au microscope.

On ne tardera pas à recueillir dans l'éprouvette du *gaz carbonique*, tandis que la solution du flacon s'enrichit en *alcool*.

Cette transformation du glucose en alcool et en gaz carbonique, provoquée par la levure de bière, s'appelle la *fermentation alcoolique*.



2. La fermentation alcoolique permet la fabrication des boissons fermentées.

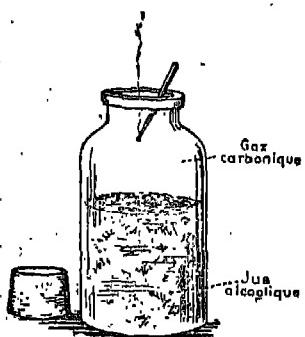


Fig. 3. — Fermentation alcoolique du jus de raisin.

Expérience. — Dans un flacon bouché, abandonnons du jus de raisins ou de pommes écrasées. Au bout de quelques jours, ce jus bouillonne. Les débris solides montent à la surface. Au-dessus du liquide, un gaz d'odeur pluvante éteint une allumette enflammée : c'est du *gaz carbonique* (fig. 3). Le jus du flacon a perdu son goût sucré ; il sent l'*alcool*. Le glucose qu'il contenait a subi la *fermentation alcoolique*, comme dans l'expérience précédente.

Remarquez que, dans cette expérience,

1. Le glucose est la substance sucrée qui se trouve dans les fruits bien mûrs : c'est un hydrate de carbone. L'industrie en fabrique en partant de l'amidon des céréales ou de la racine de pomme de terre.

Il n'a pas été nécessaire d'ajouter de levures au jus sucré. C'est qu'elles existent normalement sur la peau des pommes et des raisins. Elles y sont déposées par des petits moucherons, les *Yeastophiles*, qui naissent dans les cuves à fermentation et se répandent ensuite dans les clos et les vignobles.

3. Les principales boissons fermentées.

Ce sont le vin, le cidre et la bière. Elles sont de valeurs diverses du point de vue de l'hygiène.

Le vin s'obtient en faisant fermenter le moût provenant du foulage des raisins. Quand il est de bonne qualité, et pris en quantité modérée, il est tonique et stimulant. Il est précieux dans certaines maladies qui rendent l'alimentation difficile.

Le cidre provient de la fermentation du jus des pommes écrasées et pressées. Il a des propriétés diurétiques, c'est-à-dire qu'il fait uriner. Il facilite le fonctionnement de l'intestin. A dose modérée, c'est une excellente boisson.

La bière est une boisson saine, agréable et plus nourrissante que les précédentes.

Pour la fabriquer, on fait fermenter une ~~infusion de graines d'orge germées~~ (fig. 6). La ~~fermentation~~ fait apparaître une ~~enzymatique~~ elle de notre salive, capable de transformer l'amidon en glucose. Les grains sont alors desséchés, et débarrassés de leurs radicelles. Ils forment le malt.

Le malt est broyé, puis brassé avec de l'eau chaude, dans une grande cuve. La diastase transforme l'amidon de l'orge en glucose et on obtient ainsi un moût sucré. Il est porté à l'ébullition pour détruire les microbes qu'il pourrait contenir. Pendant cette cuisson, on l'additionne de cônes de houblon (fig. 6) qui le parfument et lui donnent une saveur agréable.

Le moût est ensuite refroidi, additionné de levure de bière (300 grammes par hectolitre) et soumis à une fermentation plus ou moins rapide dans une grande cuve.

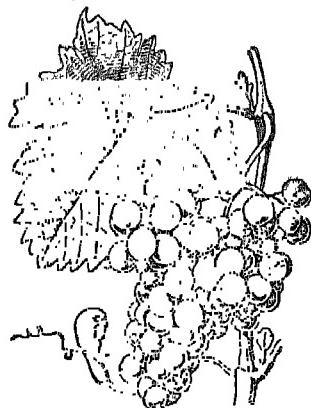


Fig. 4. — Le jus du raisin, fermenté, devient du vin.

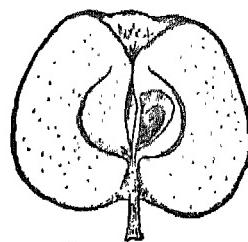


Fig. 5. — On fait le cidre avec le jus des pommes écrasées et pressées.

4. Les boissons distillées sont composées avec l'alcool extrait des liquides fermentés.

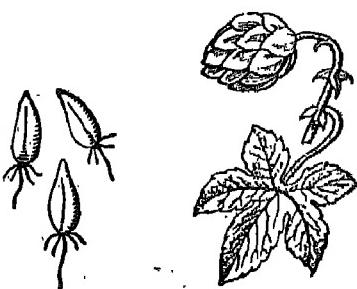


Fig. 6.— Des grains d'orge germés (à gauche), des cônes de Houbion (à droite), de la levure de bière (voir fig. 2) ; voilà ce qu'il faut pour faire de la bière.

les liqueurs et les apéritifs.

Dans les liqueurs, l'alcool est additionné de sirop de sucre, de parfums d'origine végétale, de colorants.

Elles renferment beaucoup d'alcool, jusqu'à la moitié de leur volume. Celui-ci est extrait par distillation, dans des alambics (fig. 7). On distingue les alcools naturels, ou eaux-de-vie, et les alcools d'industrie.

Les eaux-de-vie renferment, avec l'alcool, divers produits qui leur donnent un goût particulier (cognac, calvados, marc, etc...).

Les alcools industriels sont élaborés à partir des graines de céréales, des racines de betteraves, des tubercules, de pommes de terre. Ils ne peuvent se boire purs. On les utilise pour fabriquer

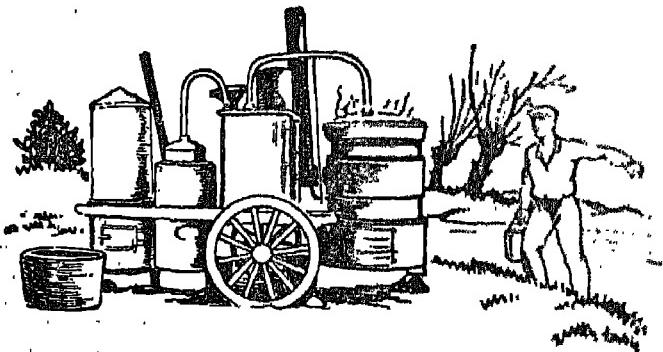


Fig. 7.— Un alambic.

Dans les apéritifs, on ajoute à l'alcool des essences diverses qui sont généralement toxiques. La présence de ces essences, jointe au mode de consommation des apéritifs (généralement pris à jeun), en font les plus dangereuses des boissons alcooliques.

B. — L'Alcoolisme.

On peut très bien vivre sans boire d'alcool. Mais la consommation des boissons fermentées est agréable : la France n'est-elle pas le pays des crûs les plus fameux ? D'ailleurs, en cette matière comme en toute chose, seul l'abus est dangereux. Mais ce danger est redoutable. Vous allez en juger.

1. L'ivresse, ou alcoolisme aigu, résulte de l'absorption massive d'une grande quantité d'alcool.

Elle se traduit par de l'excitation cérébrale, de l'incoordination musculaire, des vertiges, souvent suivis d'un sommeil profond. Qui de vous n'a assisté à ce triste spectacle et senti sa bestialité ?

Chez certains individus prédisposés, l'ivresse peut provoquer du délire aigu, ou *délirium tremens*. Parfois, elle provoque une mort subite.

2. L'alcoolisme chronique est dû à l'absorption quotidienne de boissons alcooliques à trop fortes doses.

C'est le plus redoutable au point de vue social. Beaucoup d'alcooliques ignorent l'être. Ils n'ont jamais été ivres. Et pourtant, quelle action sur l'organisme !

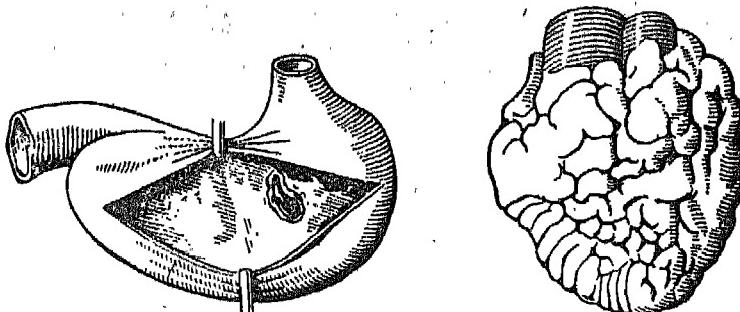


Fig. 8. — Deux lésions organiques graves produites par l'alcoolisme. A gauche, estomac rongé par un ulcère. A droite, cœur surchargé de graisse.

L'alcool ronge le *tube digestif* (fig. 8), délabre le *foie* qui devient dur ou graisseux. Il fatigue le *cœur*, qu'il surcharge de graisse (fig. 8). Il dureill les *artères*. Il s'attaque aussi au *cerveau* dont le fonctionnement est troublé. L'alcoolisme prédispose à la folie.

En affaiblissant l'organisme, l'alcoolisme crée un terrain propice à l'élosion des maladies infectieuses. On a dit, non sans raison, qu'il fait le lit de la tuberculose.

3. Un fléau social !

L'alcoolisme, qui dérive de la gourmandise et du manque de volonté, peut atteindre toutes les classes de la société (fig. 9).



Fig. 9. — L'alcoolisme peut atteindre toutes les classes de la société. C'est une race perdue. L'alcoolisme est un péril national.

Mais le malheureux qui en souffre n'est pas seul à payer les conséquences de son vice. Ses enfants sont prédisposés à l'alcoolisme. Ils présentent des malformations, de la débilité, des tares physiques et mentales. Dans les familles atteintes, il n'est pas rare d'observer à la deuxième génération des épileptiques, des fous, des criminels. À la troisième génération la famille, généralement, s'éteint.

Ainsi, une race alcoolique

4. La lutte contre l'alcoolisme.

Pour éviter de devenir alcoolique : *usez avec modération des boissons fermentées ; évitez les eaux-de-vie et les apéritifs qui sont nocifs.*

Mais pour vaincre un fléau si redoutable, de sages conseils ne suffisent pas. Le législateur doit intervenir dans la lutte antialcoolique.

a) Il lui appartient de faire des lois qui permettent de contrôler la fabrication des boissons alcooliques et d'en limiter la consommation. En France, on a trop longtemps toléré le privilège des bouilleurs de cru, qui autorisait tout propriétaire de vignes, ou d'arbres fruitiers, à fabriquer une certaine quantité d'eau-de-vie avec les produits de sa récolte, sans payer aucun droit, à condition de consommer lui-même le produit de sa distillation (voir p. 92). La plus grande partie de cet alcool, très souvent mal distillé d'ailleurs, était vendu en fraude.

b) Pour lutter contre une maladie qui intéresse la société entière, il faut prendre des mesures sociales. Parmi celles-ci : l'éducation anti-alcoolique, les mesures susceptibles d'améliorer les conditions de vie de tous ceux qui travaillent, la réalisation de travaux par les municipalités des villes, procurant à chacun un logement propre et gai, sont les plus efficaces des procédés de lutte contre l'alcoolisme.

III. — RÉSUMÉ

1. Les boissons fermentées résultent de la fermentation des jus sucrés sous l'influence des levures. On fait le vin avec le jus des raisins, le cidre avec le jus des pommes. Pour faire de la bière, on fait fermenter un moût sucré obtenu en brassant dans l'eau chaude des grains d'orge germés et concassés.

2. Les boissons fermentées sont obtenues en distillant, dans un alambic, les boissons fermentées ou les résidus de leur fabrication.

3. Consommées à dose modérée, les boissons fermentées sont saines. Les boissons distillées sont toutes nocives. La consommation excessive de boissons alcooliques conduit à une très grave maladie, l'*alcoolisme*, qui frappe le buveur et sa descendance.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Questions. — a) Citez 3 boissons fermentées, 3 boissons distillées. D'où provient l'alcool qui se trouve dans chacune d'elles ?

b) Expliquez comment on fabrique de la bière.

c) Quelle différence importante voyez-vous entre la fabrication du vin ou du cidre d'une part et celle de la bière d'autre part ?

d) Dites quels sont les méfaits de l'*alcoolisme*.

2. Réunissez et collez sur votre cahier de sciences quelques images sur les méfaits de l'*alcoolisme*. Pour en recevoir, adressez-vous à la *Ligue nationale contre l'alcoolisme*, boulevard St-Germain, à Paris.

3. Lecture. — *Comment devient-on alcoolique ?*

L'*alcoolisme* vous apparaît maintenant comme une maladie redoutable.

Mais elle ne présente pas le caractère inexorable de certaines maladies contagieuses, comme la tuberculose par exemple. Elle n'est pas provoquée par un virus, devant lequel l'organisme se trouve momentanément dévasté. Il semble bien qu'il dépend uniquement de chacun de nous d'être ou de ne pas être alcoolique. Alors, pour quoi y a-t-il encore tant de ces malheureux ?

C'est qu'en réalité les causes profondes de l'alcoolisme sont complexes.

Parmi ceux que frappe ce terrible mal, il y a d'abord les *enfants d'alcooliques*, qui ont hérité de leurs parents un funeste penchant pour l'alcool. Le buveur est souvent fils de buveur.

Il y a aussi tous les *faibles*, qui se laissent entraîner par des camarades turbes ; tous ceux qui, par besoin de détente ou esprit d'opiniâtreté, se rendent régulièrement au café pour retrouver des amis, et deviennent ainsi des habitués de l'apéritif. Il y a l'*alcoolisme mondain* des gens qui, par snobisme, consomment des boissons compliquées, cocktails ou autres, plus néfastes encore que le vin dont s'enivre un manœuvre (fig. 10).

Et surtout, il y a l'immense cohorte des *malheureux*, de ceux que râve le chagrin, ou que ronge la misère. Ceux-là cherchent dans l'alcool un oubli passager de leur détresse. Et si celle-ci est implacable, s'ils n'ont pas la force d'une nécessité pour la subir et pour lutter, ils deviennent vite les *esclaves insatiables* du poison qui leur dispense l'oubli. C'est surtout ce dernier aspect qui fait de l'alcoolisme une véritable *maladie sociale*.

4. Le privilège des bouilleurs de cru.

C'est une exemption des droits perçus par l'administration des contributions indirectes sur la fabrication de l'alcool, au profit des propriétaires qui ne distillent que les fruits qu'ils récoltent (raisins, prunes, pommes, poires...). Le privilège a été restreint à 10 litres d'*alcool absolu* (environ 20 litres d'eau de vie) par exploitation, quelle qu'en soit l'étendue, le surplus étant soumis au paiement des droits.

Ce privilège est vivement attaqué en raison des abus auxquels il donne lieu :
a) beaucoup de paysans fabriquent des eaux de vie, sans en avoir le droit, avec du jus de betteraves sucrières, par exemple ; b) la plupart des bouilleurs de cru fraudent le fisc en fabriquant plus de 20 litres d'eau de vie ; c) il favorise l'alcoolisme dans les campagnes.

13^e LEÇON

L'HYGIÈNE DE LA RESPIRATION SOINS AUX ASPHYXIÉS

I. — OBSERVATIONS

1. Réviser, sur un tableau, les différentes parties de l'appareil respiratoire. Rappel de la structure du poumon : *vésicules pulmonaires et capillaires sanguins*.
2. Soufflez, à l'aide d'un tube de verre, dans de l'eau de chaux. Constatuez que l'air expiré est riche en gaz carbonique.
3. Placez une bougie allumée sous une cloche. Constatuez, qu'au bout d'un moment, les combus-tions s'arrêtent, la bougie s'éteint : c'est qu'alors l'oxygène fait défaut. Qu'arriverait-il si on plaçait un petit animal, un oiseau par exemple, sous la cloche ? Dans ce cas, quelles sont les combus-tions qui seraient empêchées par manque d'oxygène ?
4. Expérience sur la ventilation des appartements. Mettre en évidence, avec la flamme d'une bougie, les courants d'air de sens contraires dans le haut et le bas d'une porte qui donne sur une pièce chaude. Même expériences auprès de la porte de tirage d'un poêle allumé, d'une fenêtre fermée, puis ouverte. Conclusion ?
5. Mis en évidence des poussières de l'air. Observez un rai de soleil, filtrant par un volet, dans une pièce obscure. Appréciez l'abondance des poussières. Notez leur agitation maintenant les courants d'air qui les maintiennent en suspension.
6. Observez un masque à gaz. Démontez ses diverses parties : masque proprement dit, œilletons, cartouche filtrante, soupapes. Expliquez son fonctionnement.

II. — LEÇON

Vous avez appris que nos muscles, comme une machine à vapeur, ne peuvent travailler sans combustible. Le combustible, ce sont les principes nutritifs de nos aliments, apportés aux cellules par le sang. Il s'agit, bien entendu de *combustions lentes*, c'est-à-dire sans flamme et à la température de notre corps (37°).

Mais, pour entretenir une combustion, il faut de l'oxygène. *Sans oxygène, pas de combustion ni de vie possibles* (fig. 1). C'est encore le sang qui apporte l'oxygène, fixé sur ses globules rouges. C'est lui également qui se charge de ce déchet inévitable qu'est le *gaz carbonique*. Et c'est

dans les poumons que le sang vient faire provision d'oxygène, tandis qu'il se débarrasse de son gaz carbonique en excès (fig. 2).

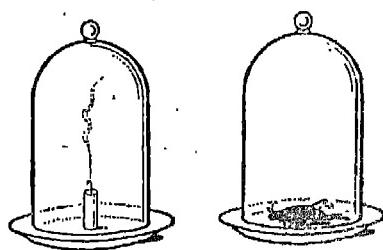


Fig. 1. — Lorsque l'air enfermé dans la cloche ne contient plus assez d'oxygène : la bougie s'éteint, l'oiseau meurt.

Pour que ces phénomènes se produisent correctement, il faut que toutes les parties de l'arbre respiratoire soient ouvertes et circulent librement les gaz de la respiration. Il faut que la ventilation pulmonaire soit aussi large que possible. Il faut enfin que rien ne vienne entraver les échanges gazeux au niveau des poumons.

A. — Sachez utiliser votre appareil respiratoire.

1. Respirez toujours par le nez.

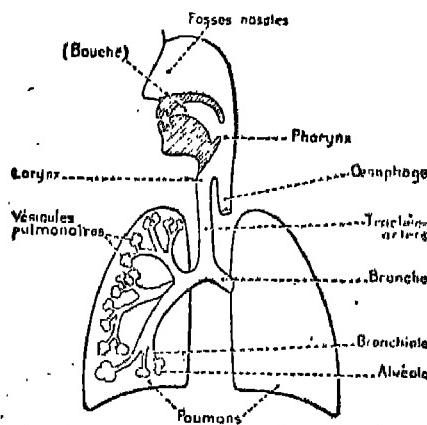


Fig. 2. — Schéma des voies respiratoires de l'homme.

par le médecin, les végétations adénoïdes¹ qui obstruent parfois leurs fosses nasales.

Sachez vous mouiller. — Ayez soin d'appuyer avec votre mouchet d'abord sur une narine, sur l'autre ensuite. Si vous pressez les deux narines en même temps,

Il n'y a pas sans danger de respirer de l'air froid, surtout quand il est humide. Il peut provoquer rhumes et bronchites. Il est également dangereux de laisser pénétrer dans ses poumons les poussières qui flottent dans l'air (fig. 3).

Or, dans les fosses nasales, l'air froid se réchauffe au contact des vaisseaux sanguins. Les poussières se collent à la paroi humide du nez. *Rеспirez donc toujours par le nez et jamais par la bouche.* C'est pourquoi il est nécessaire de faire, enlever aux enfants,

1. Adénoïde : qui a l'aspect d'une glande.

vous risqueriez d'envoyer ces mucosités, avec les microbes qu'elles renferment, dans vos oreilles, car celles-ci communiquent avec l'arrière-bouche. Certaines éclats, graves et douloureuses inflammations des régions internes des oreilles, n'ont pas d'autre cause.

Ne pressez jamais vos narines dans votre mouchoir quand vous étiez. Contentez-vous de placer celui-ci devant votre nez.

2. Faites travailler, de temps à autre, toutes les parties de vos poumons.

Nous avons tendance à n'utiliser qu'une partie de nos poumons. Il est bon de faire travailler, de temps en temps, les parties paresseuses. C'est le rôle de la marche sur la pointe des pieds, des exercices respiratoires qu'on fait exécuter aux séances de gymnastique.

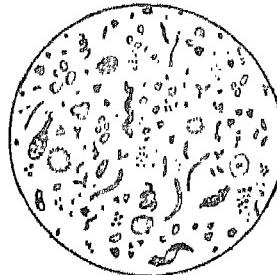


Fig. 3. — Voici quelques-unes des poussières de l'air vues au microscope : parmi elles il y a des microbes.

B. — Les troubles de la respiration.

1. Dans les poumons, un double échange gazeux a lieu, entre l'air et le sang.

Ces échanges se font entre l'air des vésicules pulmonaires et le sang des capillaires sanguins du poumon (fig. 4 et 5) :

1^o le gaz carbonique quitte le plasma du sang noir et passe dans l'air de la vésicule;

2^o l'oxygène de l'air va se fixer sur l'hémoglobine des globules rouges, qui paraissent alors rutilants.

Ainsi, le sang noir qui était pauvre en oxygène et riche en gaz carbonique devient du sang rouge, riche en oxygène et pauvre en gaz carbonique.

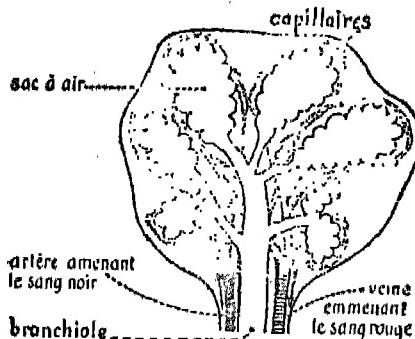
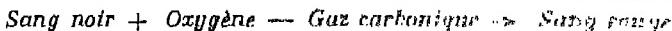


Fig. 4. — Dans les poumons, les ramifications des fines bronchioles se terminent dans des petits sacs ou vésicules pulmonaires. C'est là qu'il se font les échanges gazeux entre l'air et le sang des vaisseaux capillaires.



2. Ce sont les pressions de l'oxygène et du gaz carbonique dans l'air qui règlent le sens des échanges gazeux dans les poumons.

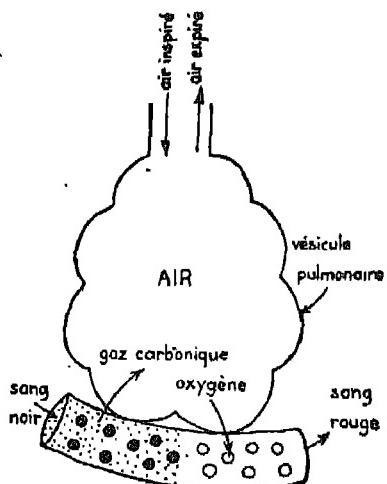


Fig. 5. — Schéma montrant le sens des échanges gazeux entre l'air et le sang, au niveau des vésicules pulmonaires.

3. Le mal des altitudes provient de l'insuffisance de pression de l'air inspiré.

C'est lui qui frappe les aéronautes, les aviateurs volant à grande altitude, les touristes de la haute montagne. Il se manifeste par des vertiges, des maux de tête, des saignements de nez ou des crachements de sang, l'accélération de la respiration et une faiblesse du pouls, pouvant se terminer par la mort.

Tous ces malaises sont provoqués par l'*oxygénation insuffisante du sang*, parce que la pression de l'oxygène dans l'air inspiré est trop basse. C'est pourquoi les aviateurs qui doivent naviguer à de hautes altitudes sont toujours munis d'un masque à oxygène.

4. L'air est vicié par la respiration elle-même. C'est pourquoi la vie dans l'air confiné peut causer l'asphyxie.

Chaque heure, un Homme adulte absorbe 21 litres d'oxygène et

G'est parce qu'il y a très peu de gaz carbonique dans l'air inspiré que le gaz carbonique quitte le sang noir pour venir dans la vésicule. C'est parce que l'air inspiré est riche en oxygène que ce gaz passe dans le sang pour se fixer sur les globules rouges.

Si la quantité de gaz carbonique venait à trop augmenter dans l'air inspiré, le gaz carbonique du sang ne pourrait plus se dégager. De même, si la pression de l'oxygène dans l'air inspiré devenait trop faible, ce gaz ne pourrait plus se fixer sur les globules rouges. Dans ces deux cas, les échanges gazeux ne pourraient plus se produire correctement et la mort s'en suivrait, par asphyxie.

rejette 20 litres de gaz carbonique. Aussi, la respiration dans un local où l'air n'est pas renouvelé ne tarde pas à rendre celui-ci impropre à la respiration ; cela d'autant plus vite que le nombre des personnes enfermées est plus grand.

A cette altération de l'air confiné, c'est-à-dire insuffisamment renouvelé, viennent s'en ajouter d'autres. La peau secrète de la sueur et des matières grasses qui se décomposent en produits malodorants. Il faut y joindre les gaz intestinaux et les produits de combustion de certains appareils de chauffage (réchauds à gaz, poêles...). C'est pourquoi l'air confiné a une mauvaise odeur.

Le séjour dans l'air confiné allèze la santé ; il prédispose à la tuberculose. *Quand l'air est suffisamment vicié, il devient même irrespirable, et entraîne la mort par manque d'oxygène.*

5. Il faut aérer les locaux habités.

Ne séjournez pas trop fréquemment, ni trop longtemps dans les endroits où sont rassemblées un grand nombre de personnes (cinéma, métro, etc...), car l'air y est rapidement vicié. Et assurez, chez vous, un volume d'air suffisant.

Les hygiénistes ont calculé que 10 mètres cubes d'air sont nécessaires par personne et par heure. C'est là un chiffre énorme, et bien peu de locaux sont assez spacieux pour satisfaire à cette condition. *Il faut donc renouveler l'air des appartements.*

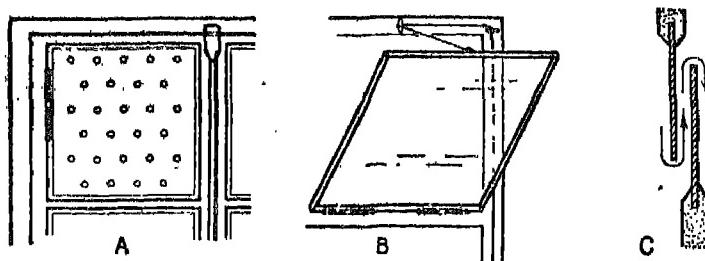


Fig. 6. -- Quelques procédés de ventilation permanente. A, par une vitre percée. B, par un vasistas. C, par deux vitres en chicane (vues en coupe)

Cette ventilation se fait d'elle-même, par les joints des portes, des fenêtres. Elle est activée, l'hiver, par les appareils de chauffage qui « tirent » bien, comme les poêles, les cheminées. Mais elle est généralement insuffisante.

Certains dispositifs (vasistas, vitres percées...) cherchent à réaliser une ventilation permanente (fig. 6). Tous présentent des inconvénients.

Le procédé le plus simple, et le plus efficace, consiste à ouvrir fréquemment les portes et les fenêtres. Il se crée des remous qui renouvellent l'air de la pièce en quelques minutes. On peut donc employer ce procédé l'hiver sans craindre de refroidir les appartements.

6. L'air peut être vicié par des gaz toxiques.

Près de certaines usines, on peut déceler dans l'air du gaz sulfureux, du chlore, d'autres émanations toxiques. Les moteurs d'automobiles rejettent des produits de combustion capables de varier l'air des villes où elles circulent nombreuses. Mais les gaz toxiques répandus dans l'air, et qui provoquent les intoxications les plus fréquentes, sont le *gaz carbonique*, l'*oxyde de carbone* et l'*hydrogène sulfure*.

a) *Le gaz carbonique provoque l'asphyxie en empêchant les échanges gazeux au niveau des poumons.* — C'est ce que nous avons expliqué au paragraphe 2, p. 96.

De telles asphyxies s'observent près des fours à charbon, et dans les caves où s'opèrent des fermentations alcooliques. Mais le gaz carbonique a une odeur plante. Il éteint une bougie allumée. Sa présence est donc facile à dépister.

b) *L'oxyde de carbone est beaucoup plus dangereux. Il provoque la mort à faible dose.* — Ce gaz se forme dans les poêles à combustion lente. Il traverse la fonte et la tôle chauffées au rouge. Le gaz d'éclairage en renferme une quantité notable.

N'ayant aucune odeur, l'oxyde de carbone ne peut être décelé de façon simple. Or, il est très nocif. *Quand l'air en renferme 2 pour 1000, sa respiration est mortelle.*

C'est que l'oxyde de carbone se combine avec l'hémoglobine des globules rouges. Il forme avec ce pigment un composé très difficile à détruire, l'hémoglo-bine-oxycarboné. L'hémoglobine est ainsi rapidement utilisée d'usage, et le ravitaillement de l'organisme en oxygène devient impossible. C'est ce qui provoque la mort.

Absorbé à doses plus faibles, l'oxyde de carbone provoque des malaises et, à la longue, une anémie pernicieuse. C'est ce dont « les cuisinières, toujours penchées sur leurs fourneaux, certains repas » de campagne qui utilisent encore des fers à charbon de bois.

Dans vos maisons, surveillez avec soin le tirage de vos poêles. N'en laissez jamais rougir les tuyaux, ni les parois. Et méfiez-vous des fuites de gaz d'éclairage.

c) *L'hydrogène sulfure, gaz à odeur d'œufs pourris, détruit les globules rouges.* — Il se produit dans les fosses d'aisances, les égouts. A la dose de 1 pour 2 000, il provoque des étourdissements. A dose plus forte, il tue de façon foudroyante. L'intoxiqué tombe assommé, comme s'il était frappé par une lourde masse : c'est le « plomb des vidangeurs ».

Méfiez-vous donc de ce gaz nauséabond, et ne séjournez pas dans un lieu où vous aurez perçu son infecte odeur.

III. — RÉSUMÉ

1. Respirer par le nez et non par la bouche. Le nez retient les poussières qui flottent dans l'air et il le réchauffe.

2. Quand vous êtes essoufflés, pratiquez des exercices respiratoires qui font travailler toutes les parties de vos poumons.

3. Les échanges gazeux, au niveau des poumons, ne peuvent s'effectuer normalement que si l'air a une pression suffisante et s'il n'est pas trop riche en gaz carbonique.

L'insuffisance de pression empêche la bonne oxygénation du sang. Il en résulte des troubles qui peuvent être mortels.

4. La respiration dans l'air confiné est dangereuse. Elle peut provoquer l'asphyxie. Il faut :

- a) disposer d'un cubage d'air suffisant dans les habitations ;
- b) renouveler de temps à autre l'air des appartements.

5. L'intoxication par l'oxyde de carbone est une des plus dangereuses. A faible dose, ce gaz vicié l'hémoglobine du sang, qui se transforme en hémoglobin oxycarbonée.

Veillez au tirage de vos poèles. Attention aux fuites de gaz !

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

Soins à donner aux asphyxiés. — Les cas d'asphyxie sont très divers : noyade, pendaison, électrocution, séjour prolongé dans l'air confiné, intoxications diverses... Dans tous les cas, une intervention rapide et intelligente, pratiquée avant l'arrivée du médecin, peut sauver la vie de l'asphyxié.



Fig. 7. — Position à prendre pour faire rendre l'eau à un noyé.

1. Avant toute chose, supprimez la cause de l'asphyxie.

a) S'il s'agit d'un noyé, il faut le retirer de l'eau, puis expulser l'eau de ses organes. Pour cela, après l'avoir déshabillé jusqu'à la ceinture, le placer sur le ventre, les épaules basses, la tête soutenue par un aide si possible. Exercer à 3 ou 4 reprises, sur les côtés de la poitrine, des pressions assez fortes, en glissant des aisselles vers les flancs (fig. 7). Nettoyer la bouche et la gorge avec le doigt enveloppé d'un mouchoir.

b) S'il s'agit d'un pendu,

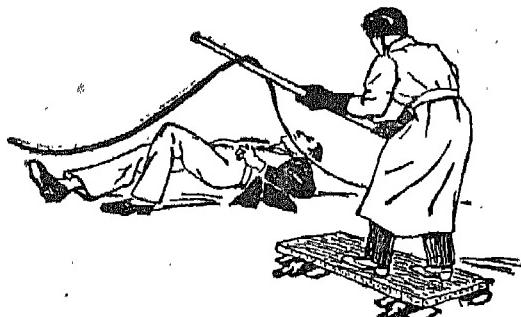


Fig. 8. — Comment écarter un câble à haute tension d'un pendu. Il doit avoir soin de s'isoler du châtele reposant sur des bouteilles d'eau. Ecarter le câble à l'aide d'un

Il faut couper la corde en soutenant le corps pour qu'il ne tombe pas lourdement sur le sol.

c) S'il s'agit d'une personne *intoxiquée* par un gaz, pénétrer rapidement dans le local où elle se trouve, en retenant sa propre respiration. Ouvrir portes et fenêtres et, si possible, retirer le malade de la pièce.

d) Enfin, s'il s'agit d'un *électrocuit*, il faut supprimer le contact avec le fil électrique, en ne touchant celui-ci qu'avec un bâton bien sec et après s'être isolé soi-même, surtout s'il s'agit de courant à haute tension (fig. 8).

2. Ensuite, quelle que soit la cause de l'asphyxie, il faut pratiquer la respiration artificielle.

Celle-ci a pour but de rétablir les mouvements respiratoires. Il en existe plusieurs méthodes. Voici celle qui paraît la moins fatigante pour le sauveteur (fig. 9).

Le malade est étendu sur le sol, le ventre contre terre, les bras allongés en avant, la figure tournée sur le côté. Le sauveteur se place à genoux, les cuisses du patient entre ses jambes. Il pose les mains ouvertes sur le dos, au niveau des dernières côtes, les pouces se touchant presque.



Fig. 9 — Respiration artificielle, par la méthode Schaeffer.

A gauche, position du sauveteur pendant l'inspiration.
A droite, position du sauveteur pendant l'expiration.

Il appuie alors progressivement de tout son poids, pendant 3 ou 4 secondes, de manière à provoquer l'expiration. Puis, il cesse de presser et s'assied sur les mollets, tout en maintenant les mains en place. L'inspiration se produit, par l'élasticité des côtes et du ventre.



Fig. 10. — Traction rythmée de la langue.

Le sauveteur doit renouveler ces mouvements à la cadence de sa propre respiration. Ce traitement peut durer longtemps : certaines syncopes respiratoires ont pris fin après plusieurs heures de respiration artificielle.

Dans les périodes où la fatigue oblige à interrompre ces mouvements, on peut pratiquer des *traction rythmées de la langue* (fig. 10). On serre celle-ci dans un mouchoir et on effectue des tractions, bien à fond, suivies de relâchements, rythmées sur sa propre respiration.

Le sauveteur est averti que le succès va récompenser ses efforts quand l'asphyxié émet quelques hoquets bruyants.

3. Dans les intoxications par l'oxyde de carbone, on peut sauver les asphyxiés par des inhalations d'oxygène.

L'oxygène se dissout dans le *plasma* qui le transporte jusqu'aux tissus en attendant que les globules rouges puissent reprendre leur fonction normale.

Ce traitement nécessite un appareillage spécial que possèdent les sapeurs-pompiers, dans les grandes villes.

14^e LEÇON

HYGIÈNE DU SQUELETTE, DES MUSCLES ET DU SYSTÈME NERVEUX

I. — OBSERVATIONS

1. Sur un squelette monté, ou un tableau mural — à défaut sur la fig. 1 de la leçon — révision des principaux os du corps humain. Indiquez ensuite leur position sur vous-même.
2. Mêmes observations relatives à la musculature de l'Homme. Montrez des muscles qui s'attachent aux os du squelette. Distinguez leur *ventre*, leurs tendons.
3. Sous la peau, tâchez les muscles de vos joues, de vos bras, de vos jambes. Sur le dessus de la main, remarquez les tendons des muscles qui s'atta- chent aux doigts, en faisant remuer ceux-ci.
4. Réalisez les expériences indiquées page 103 pour comprendre la composition des os. Importance d'une bonne alimentation pour la minéralisation du squelette.
5. Révisez sur la fig. 6 les différentes parties du système nerveux cérébro-spinal : cerveau, moelle épinière, nerfs. Se rappellerez qu'il existe un autre système nerveux (système nerveux sympathique) qui commande les organes des fonctions de nutrition

II. — LEÇON

Nos mouvements résultent de la contraction des muscles, qui s'attachent sur les os du squelette. Ils sont provoqués par des ordres venus des *centres nerveux* et transmis par les *nerfs*.

La santé et le bon fonctionnement de chaque partie d'un ensemble aussi complexe imposent des règles d'hygiène très précises.

A. — L'hygiène du squelette.

Notre squelette est formé d'os, durs, rigides, qu'un choc violent peut cependant briser. Les uns, comme ceux des bras et des jambes, sont *longs*; d'autres, comme les os de la boîte crânienne sont *plats*; enfin, il y a de petits os, *courts*, comme ceux des doigts. La fig. 1 vous permettra de revoir les noms des principaux d'entre eux.

Certaines parties de notre squelette n'ont pas l'aspect de l'os,

Elles sont souples. Ce sont des cartilages : par exemple ceux qui terminent nos côtes, en avant de la poitrine, la cloison nasale, etc...

1. Nos os sont formés d'osséine et d'une matière minérale riche en phosphate de chaux.

Expérience 1 : Placez un os pendant quelques jours dans un verre contenant de l'acide étendu d'eau (fig. 2). La matière minérale se dissout. Il reste une matière molle, flexible, qui conserve la forme de l'os : c'est l'osséine.

Quand on traite l'os par l'eau bouillante, l'osséine se transforme en gélatine et se dissout dans l'eau chaude. C'est pourquoi le bouillon d'os se prend en gelée quand on le refroidit.

Expérience 2 : Placez un os dans un feu vif, pendant quelques heures. Vous retrouverez cet os devenu blanc, léger, friable parce que très poreux : toute l'osséine a été brûlée. L'os calciné ne renferme plus qu'une matière minérale, semblable à de la pierre et riche en phosphate de chaux (fig. 3).

Voilà pourquoi, surtout pendant la période de croissance, une bonne alimentation, riche en matières minérales, est indispensable. Le lait, scule nourriture des nouveaux-nés, les fromages sont, à ce point de vue, des aliments de choix.

Il faut aussi vivre le plus possible au grand air, à la lumière du soleil (Voyez la 6^e leçon, p. 46). Les enfants qui vivent dans des logis mal éclairés ont un squelette trop faible, qui s'affaisse et se déforme : ils sont rachitiques. On les guérit en les exposant au soleil et en leur faisant boire de l'huile de foie de morue qui contient une substance nécessaire.

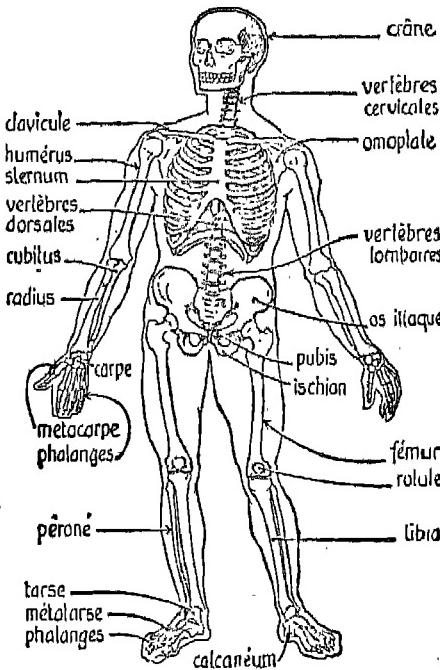


Fig. 1. — Le squelette de l'Homme.

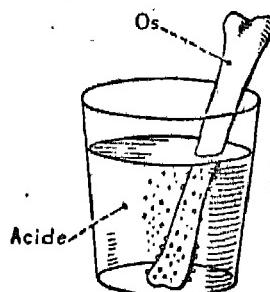
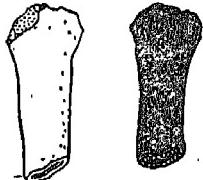


Fig. 2. — Destruction de la matière minérale d'un os.

saire au développement des os (*vitaminé antirachitique*).

2. Gardez-vous des mauvaises attitudes.



Os calciné Noir animal
Fig. 3. — Destruction de l'os-saine des os. On a placé ceux-ci dans le feu. Si le feu tire bien, on retirera des cendres un os calciné, bien blanc. Sinon, l'os deviendra du noir animal.

Pour écrire, dessiner ou coudre, employez une table et une chaise bien adaptées à votre taille, et placez la chaise à bonne distance de la table, ni trop près, ni

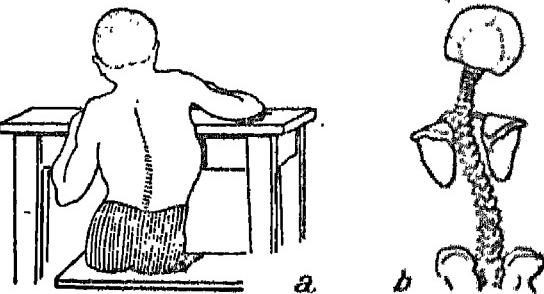


Fig. 4. — Les mauvaises attitudes peuvent déformer le squelette. I) Mauvaise attitude assise. La colonne vertébrale se courbe sous le poids du corps. II a) attitude défectueuse pour écrire. L'épaule droite est relevée, la colonne vertébrale lordosée (scoliose); b) squelette d'un écolier atteint de scoliose.

trop loin. Ne croisez pas les jambes en écrivant. Debout ou assis, tenez votre buste bien droit:

B. — L'hygiène des muscles.

L'activité physique manifeste non seulement ses bienfaits dans le développement harmonieux du corps, mais elle les étend dans le domaine moral. Encore faut-il qu'elle soit conduite méthodiquement.

1. Les bienfaits de l'éducation physique.

Le travail musculaire consomme des *aliments*, que les muscles brûlent quand ils se contractent. Il augmente donc les échanges nutritifs. Le séjour en plein air et l'activité physique accroissent l'appétit.

Quand on fait un exercice violent, le cœur bat plus fort, les mouvements respiratoires s'accélèrent. Ainsi se trouvent activées la *circulation* et la *respiration*. Le cerveau lui-même, mieux irrigué, profite de cette influence. C'est pourquoi un exercice musculaire modéré repose du travail intellectuel.

Enfin, l'exercice physique développe les muscles. Il contribue donc à *nous rendre plus fort*. Il maintient la *souplesse de nos articulations*. Ainsi, nos mouvements acquièrent plus de vivacité et d'élégance. Le corps devient plus beau et plus gracieux.

2. Tout excès est nuisible !

Pratiquée sans méthode, la culture physique peut déséquilibrer le système musculaire. L'exercice doit intéresser toutes les parties du corps. C'est à quoi veille le professeur d'éducation physique pendant les leçons de gymnastique. Point de beauté sans harmonie !

Il faut également éviter la *fatigue*, due à l'accumulation de déchets dans les muscles qui travaillent trop. Elle entraîne une *courbature*, qui disparaît après quelques jours de repos. Mais, quand elle se répète trop souvent, la fatigue aboutit au *surmenage*. Celui-ci est redoutable. Des organes très délicats, comme le *cœur*, peuvent se trouver lésés. L'affaiblissement qui en résulte prédispose à la *tuberculose*.

Evitez donc le surmenage. Quand vous êtes fatigué, reposez-vous.

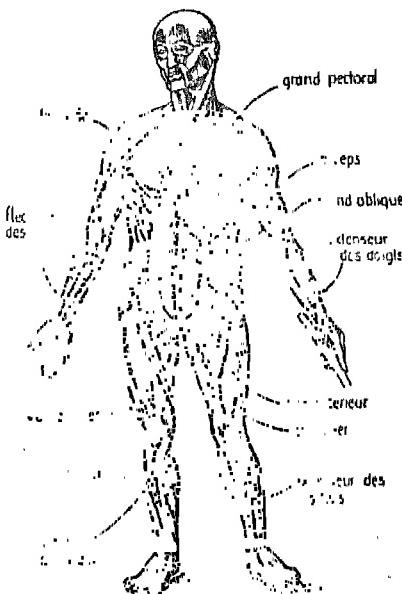


Fig. 5. — Principaux muscles du corps humain (face ventrale).

3. L'activité physique des jeunes gens.

Vous êtes à un âge où l'accroissement de la taille est rapide par rapport à celui du thorax, ce qui entraîne une insuffisance relative du cœur et des poumons. Pendant l'adolescence, la pratique des sports trop violents présente les plus grands dangers.

Dans ce domaine, ne cherchez pas à rivaliser avec les champions. Pratiquez les exercices naturels comme la marche, la natation. Le tennis, les promenades à bicyclette, qui nécessitent des mouvements plus rapides qu'énergiques, sont recommandés. Si vous vous livrez à la course à pied, au foot-ball, *faites preuve d'une sage modération.*

C. — L'hygiène du système nerveux.

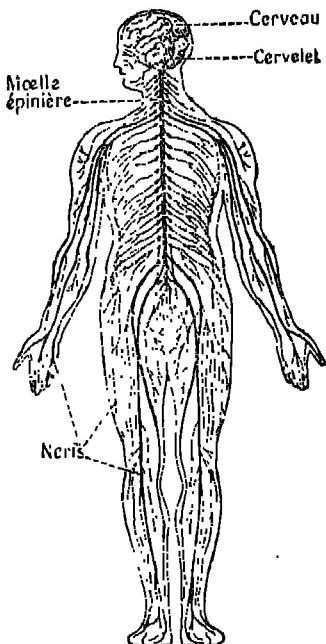


Fig. 6. — Le système nerveux.

Le système nerveux comprend des organes très délicats, comme le *cerveau* et la *moelle épinière* que des *nerfs* relient aux organes (fig. 6). C'est lui qui commande nos mouvements, c'est à lui que nous devons nos sensations. De plus, il est le siège de notre vie affective et intellectuelle. Il faut en prendre grand soin.

1. Sachez vous reposer.

La fatigue répétée empoisonne le système nerveux. Fuyez le bruit. Accomplissez toujours votre travail *dans le calme*. Ne pratiquez jamais en même temps le *jeu*, qui doit être un délassement, et le *travail* qui nécessite toute votre attention. Evitez les *émotions déprimantes* comme la peur et la colère.

Enfin, dormez *dix heures chaque nuit*. À votre âge, ce n'est pas trop. C'est pendant le sommeil que le système nerveux se repose le mieux. Couchez-vous toujours à la même heure. Que votre chambre soit bien aérée, obscure, silencieuse. Evitez de lire au lit avant de vous endormir.

2. N'intoxiquez pas votre système nerveux.

Certaines substances comme l'alcool, le tabac sont pour lui des poisons. L'usage abusif du tabac trouble profondément la mémoire. Laissez aux hommes la mauvaise habitude de fumer ! Rappelez-vous également que l'alcoolisme conduit à l'abrutissement et à la folie.

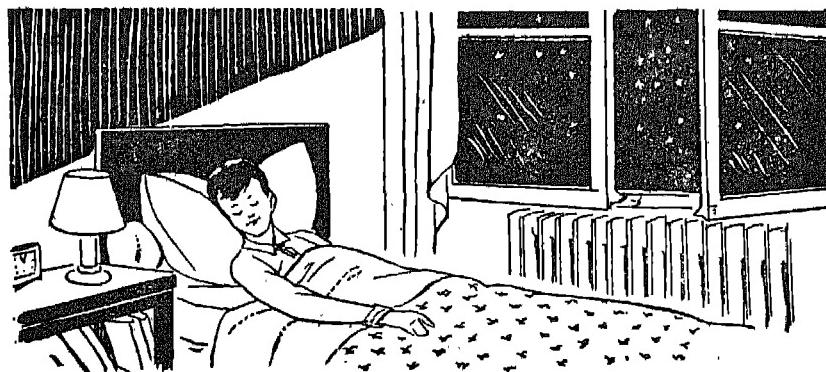


Fig. 7. — Chaque nuit, dormez dix heures dans le calme.

III. — RÉSUMÉ

1. Il faut avoir une nourriture saine et vivre au soleil pour que le squelette se développe bien.

Débout ou assis, tenez-vous bien droit pour éviter la déformation de la colonne vertébrale.

2. L'exercice physique développe et assouplit les muscles. Il active les fonctions organiques : nutrition, circulation, respiration, transpiration. Mais il doit être pratiqué méthodiquement et avec modération. Évitez la fatigue répétée, génératrice du dangereux surmenage.

3. Pour maintenir en bon état votre système nerveux, il faut :

- a) ne pas l'intoxiquer par le tabac ou l'alcool ;
- b) éviter le surmenage et les émotions ;
- c) s'assurer, par le sommeil, un repos réparateur.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Une expérience. — Comptez vos pulsations et votre rythme respiratoire (nombre d'inspirations) pendant une minute, quand vous êtes au calme.

Recommencez après une course, une séance de gymnastique. Comparez les résultats obtenus.

2. Un bon conseil. — Ne contrariez pas sa nature : si vous êtes gaucher, restez-le. La gaucherie, c'est-à-dire l'aptitude innée à se servir de sa main gauche de préférence à sa main droite, n'est pas une lâche ou un défaut dû à une mauvaise éducation ; elle tient à une constitution particulière du cerveau. Le gaucher n'est pas plus anormal que le droitier.

L'interdiction faite à un enfant gaucher de se servir de la main gauche dans son travail provoque toujours chez lui des troubles psychiques importants, et en fait le plus souvent un mauvais écolier.

Ce n'est que s'ils sont très intelligents que les gauchers arrivent à s'adapter et à devenir de faux-droitiers. Mais leur équilibre intellectuel et affectif en souffre toujours. Ainsi, les enfants qui béguent, ou qui ont des difficultés de prononciation, sont le plus souvent des gauchers contrariés.

15^e LEÇON

PRENEZ SOIN DE VOS YEUX

II. — OBSERVATIONS

1. Observation d'un élève myope.

A) *sans ses lunettes.* — Constater, en lui faisant regarder des objets éloignés, qu'il possède une *distance maxima de vision distincte*. Comment voit-il les objets situés au-delà ? Mesurer, en lui présentant quelques lignes à lire, sa *distance minima de vision distincte*. Constater qu'elle est plus courte que celle d'un camarade à vue normale.

B) *avec ses lunettes.* — Refaire les mêmes observations. Comparer. Remarquer que les verres de ses lunettes sont *divergents* (lentilles concaves), c'est-à-dire à bords épais.

2. Observation d'un élève hypermétrope.

A) *sans ses lunettes.* — Voit-il de loin ? et de près ? Mesurer sa *distance minima de vision distincte*. Comparer à

celle d'un camarade à vue normale.
B) *avec ses lunettes.* — Mêmes observations. Qu'est devenue la distance minima de vision distincte ? Remarquer que les verres de ses lunettes sont *convergents* (lentilles convexes), on à bords minces.

3. Recherche de l'*astigmatisme*, en utilisant un cadran analogue à celui de la p. 113.

4. Etude de l'éclairage de la classe.

A) *Eclairage naturel.* — Orientation de la salle. Le soleil peut-il frapper directement les fenêtres ? A quelle heure ? Y a-t-il des stores ? Disposition du tableau, des tables par rapport aux fenêtres. Justifier.

B) *Eclairage artificiel.* — Décrire les lampes employées. Place dans la salle. Hauteur au-dessus du sol. Disposition des réflecteurs. Justifier.

III. — LEÇON

Vous considérez, non sans raison, vos yeux comme les plus précieux de vos organes des sens. Qui n'a songé au triste sort des aveugles ?

La plupart des affections des yeux relèvent de l'oculaire ou du médecin. Mais, dans tous les cas, il appartient à chacun de vous de prendre soin de sa vue.

A. — Quelques soins directs.

1. Evitez de toucher vos yeux avec des doigts malpropres.

Vous risqueriez d'y introduire des microbes qui peuvent provoquer une grave inflammation.

2. Ne fatiguez pas vos yeux.

Pour cela, évitez l'observation prolongée de trop fins détails. Ne lisez que des livres et des journaux imprimés en caractères d'assez grande taille (ceux qu'on a employés pour composer ce livre nous semblent de bonnes dimensions). Evitez de poursuivre trop longtemps un travail nécessitant l'observation de fins détails (dessin, ajustage minutieux, etc...).

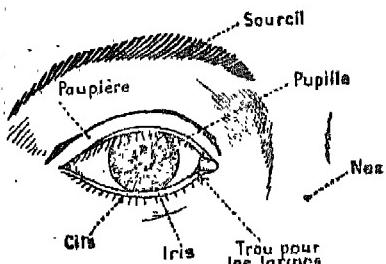


Fig. 1. — Un œil droit, vu de face.

alors vos yeux avec de l'eau bouillie tiède, que vous placerez dans une œillère bien propre et que vous appliquerez sur l'œil ouvert.

Si la sensation de fatigue douloureuse se renouvelait trop fréquemment, il faudrait consulter le médecin.

Toutefois, si la douleur de l'œil mérite de retenir votre attention, dites-vous bien que des lésions irréparables peuvent s'y produire sans causer la moindre douleur. Certains gens se tiennent au contraire de croire que, négligence d'autre consultant un oculiste, persuadés que les troubles visuels dont ils sont incommodés sont sans gravité parce qu'ils ne font pas souffrir.

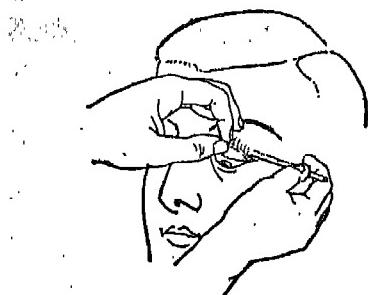
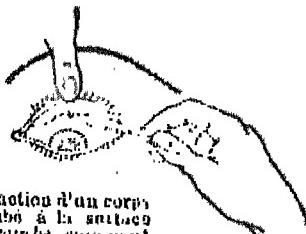


Fig. 2. — Extraction d'un corps étranger tombé à la surface de l'œil. A gauche, comment on relève la paupière supérieure. Pour faciliter l'opération, on peut prendre appui sur un crayon. A droite, extraction du corps étranger avec une feuille de papier & cigarettes, ou un morceau de coton roulé en tampon.



traction du corps étranger avec une feuille de papier & cigarettes, ou un morceau de coton roulé en tampon.

3. Sachez retirer une poussière tombée dans votre œil.

Ce petit accident est arrivé à chacun de nous. Une poussière, un

grain de charbon, un cil... s'est glissé entre l'œil et la paupière, provoquant une douleur intolérable.

Avant tout, restez calme. Evitez de frotter la paupière sur le globe oculaire : vous pourriez rayer la cornée. Un remède excellent consiste à *fermer obstinément les yeux et à prendre patience*. Rapidement, les larmes sécrétées en abondance entraînent le corps étranger jusqu'au bord de la paupière, où il ne reste plus qu'à l'essuyer avec un mouchoir propre.

Si ce procédé ne réussit pas, il faut faire pratiquer l'extraction par une personne aux mains préalablement bien lavées. Elle devra opérer ainsi (fig. 2).

a) Chercher d'abord sous la *paupière inférieure*, en abaissant celle-ci avec le doigt, tandis que le patient regarde le plafond. Si on aperçoit la poussière, l'enlever avec un fin tampon d'ouate, ou une fourille de papier à cigarette roulée en estompe.

b) Si on ne trouve rien, chercher sous la *paupière supérieure*, où les corps étrangers se logent le plus souvent. Pour cela : 1^e Le patient est invité à regarder vers le sol ; 2^e Saisir le bord de la paupière supérieure entre le pouce et l'index et l'abaisser fortement ; 3^e Retourner la paupière. On peut faciliter cette dernière opération en appuyant la paupière sur un crayon. Procéder ensuite à l'extraction comme précédemment.

En cas d'insuccès, ne pas insister et avoir recours au médecin.

B. — *Les défauts de l'œil et leur correction.*

1. On devient presbyte en vieillissant.

On vous a déjà expliqué la structure de l'œil et son fonctionnement. Vous savez quelles objets que nous regardons donnent, dans l'œil, une image qui se forme sur une membrane sensible, la *rétine* (fig. 3). Quand l'image est bien au point, c'est-à-dire quand elle se forme exactement sur la rétine, l'objet est perçu nettement ; dans le cas contraire, on le voit flou.

Il existe dans l'œil une sorte de lentille, le

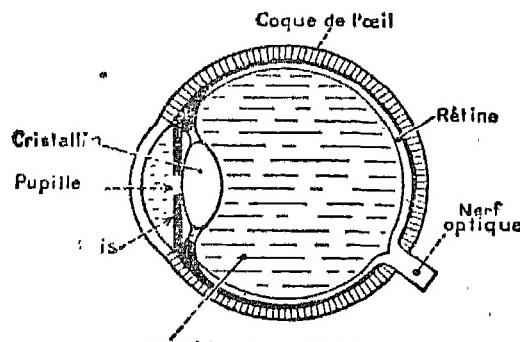


Fig. 3. — Coupe de l'œil, par un plan horizontal passant par le nerf optique.

1. De même que le paysage qu'en photographie donne une image sur la plaque sensible de l'appareil photographique.

cristallin, dont le rôle est d'assurer la mise au point des images, ou *accommodation*. Quand on vieillit, le cristallin perd son élasticité. Il ne fonctionne plus bien. La mise au point des images devient difficile. Pour faire voir de près, il faut porter des lunettes ; c'est la *presbytie* (fig. 4).

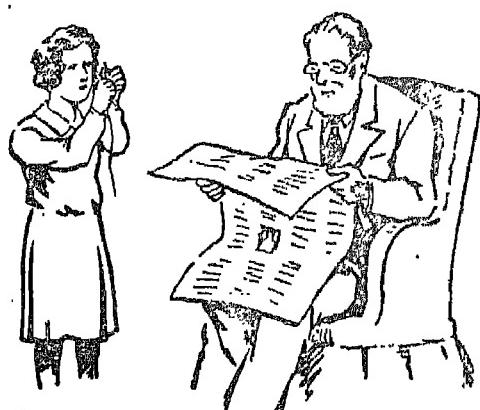


Fig. 4. — Les yeux de la petite fille accommodent bien : elle peut voir distinctement en regardant de près. Les yeux de son grand-père accommodent difficilement : il ne peut pas lire son journal sans lunettes.

les objets rapprochés (fig. 5).

b) Les hypermétropes ont des yeux *trop courts* : ils voient mal les objets rapprochés (fig. 6).

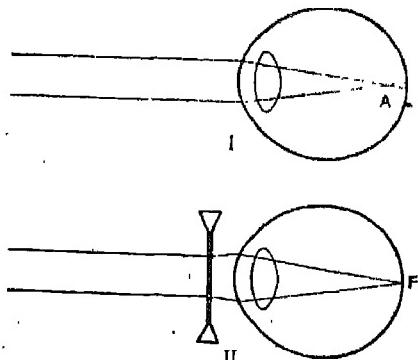


Fig. 5. — La myopie et sa correction.
I, dans un œil myope, les objets situés très loin donnent une image en A, ou avant de la rétine.
II, une lentille divergente (à bords épais) ramène cette image sur la rétine et corrige la myopie.

2. Les yeux mal faits.

a) Les myopes ont des yeux *trop longs* : les objets éloignés forment leur image en avant de la rétine ; ils ne peuvent voir distinctement que

c) L'œil des astigmates est très déformé : ce n'est pas une boule bien ronde. Aussi ne peuvent-ils voir distinctement, *en même temps*, suivant les différentes directions. Par exemple, ils ne peuvent voir nettement, d'un seul œil, les graduations d'un cadran horaire (fig. 7).

d) Tous ces défauts de l'œil peuvent être corrigés en portant des lunettes. Mais il faut que les verres soient bien adaptés au défaut à corriger. Seuls des spécialistes peuvent déterminer exactement leur *for*.

me. Des verres qui permettent de mieux voir, mais qui ne sont pas bien adaptés, peuvent aggraver le mal.

C. — L'hygiène de l'éclairage.

La lumière joue un rôle important dans la vie de l'Homme. Nous savons déjà qu'elle permet de prévenir ou de guérir le rachitisme. Nous verrons plus loin qu'elle intervient dans la lutte contre les microbes.

Aujourd'hui, nous allons montrer que la recherche d'un bon éclairage fait partie de l'*hygiène de la vue*.

1. L'excès de lumière peut altérer la rétine.

Vous avez tous regardé le soleil. Vous savez qu'il en résulte un *éblouissement*, qui rend aveugle pendant quelques instants. C'est que la rétine est sensible à une lumière trop forte. Il ne faut pas lire, écrire ou coudre en plein soleil.

Le séjour prolongé dans des régions très ensoleillées (bord de mer, haute montagne) peut provoquer de douloureuses brûlures des yeux, surtout si la lumière solaire se réfléchit au sol sur une surface éblouissante (sable blanc, neige...). On doit alors protéger ses yeux en portant des *lunettes à verres colorés*, qui arrêtent une partie de rayons lumineux.

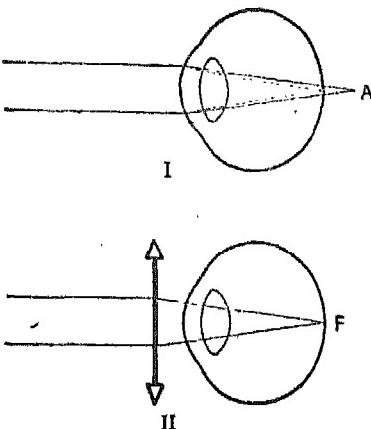


Fig. 6. — L'hypermetropie et sa correction.
I, dans un œil hypermétrope, les objets visés très loin donnent une image en arrière de la rétine, en A. L'accommodation par le cristallin ramène cette image sur la rétine.
II, une lentille convergente (à bords minces) permet la formation d'une image nette sur la rétine, sans accommodation, quand les objets sont très éloignés. Elle corrige l'hypermetropie.

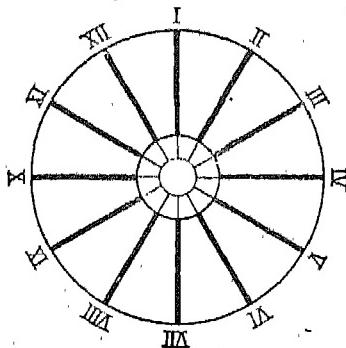


Fig. 7. — Cadran pour l'étude de l'astigmatisme.

2. L'insuffisance d'éclairage provoque la myopie.
C'est aussi, chez les écoliers, une cause de déviation de la colonne vertébrale.

Quand la table de travail est mal éclairée, on se penche davantage sur son ouvrage. Il peut en résulter une déformation de la colonne vertébrale. D'autre part, cela entraîne une fatigue de l'œil qui peine pour mettre au point les images. On peut ainsi devenir *myope*. C'est pourquoi ce défaut de la vision se contracte souvent à l'âge scolaire, quand on travaille sur ses livres et ses cahiers avec un éclairage qui manque d'intensité (voir les exercices d'application, p. 116).

3. L'éclairage doit être uniforme.

Qu'il soit produit par la lumière solaire ou par une lampe, l'éclairage doit être uniformément réparti, c'est-à-dire ne pas donner d'ombres trop accusées. C'est pourquoi les fenêtres exposées au midi doivent être garnies de stores pour tamiser la lumière trop vive de l'été ; c'est pourquoi on utilise des *diffuseurs* autour des foyers lumineux intenses.

En choisissant les peintures et des papiers peints de *teintes claires*, on facilite la diffusion de la lumière dans l'appartement.

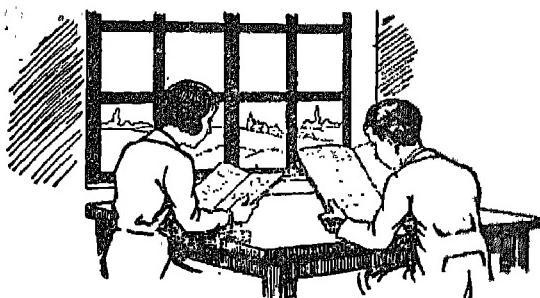


Fig. 8. — Eclairez-vous convenablement pour lire et écrire.
La petite fille reçoit la lumière de gauche ; c'est bien.
Le petit garçon est éclairé de face : il est ébloui et son livre est mal éclairé.

précède la plume sur le papier, ce qui est très fatigant pour la vue.

4. Eclairage direct, éclairage indirect.

Quelle que soit la source d'éclairage artificiel qu'on emploie, il faut veiller à ce que les lampes ne soient pas dans le champ visuel,

Enfin, on doit disposer sa table de travail pour que la lumière arrive latéralement, du côté gauche (fig. 8). Quand elle vient de face, elle éblouit. Quand elle vient de derrière, le corps porte ombre sur la table. Quand elle vient de droite, l'ombre de la main qui écrit

pour éviter l'éblouissement. La lumière qu'elles émettent doit frapper uniquement la table de travail (fig. 9).

Tout en respectant cette règle, on peut disposer les lampes de différentes façons.

a) Dans l'*éclairage direct*, la lumière arrive directement des lampes sur l'objet à éclairer (fig. 9, I). C'est le dispositif le plus économique, mais le moins agréable, car il donne des ombres épaisses.

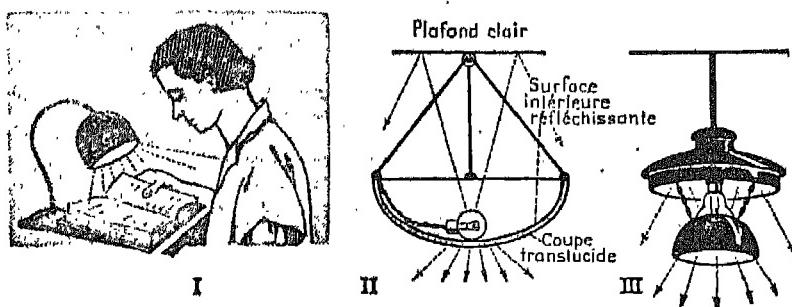


Fig. 9. — Différents modes d'éclairage artificiel.

I, *éclairage direct*. Dans ce cas, veillez à ce que votre livre ou votre ouvrage, seuls, soient éclairés.

II et III, *éclairage mixte*. Une partie des rayons lumineux tombe directement sur l'objet à éclairer. L'autre est diffusée par un plafond clair ou un réflecteur.

b) Dans l'*éclairage indirect*, les lampes sont placées dans des coupes opaques qui empêchent le rayonnement vers le bas et réfléchissent la lumière vers le plafond ou les murs. Les surfaces claires ainsi éclairées diffusent la lumière, c'est-à-dire la renvoient dans toutes les directions. On obtient ainsi un éclairage très doux, mais peu économique, car une partie importante de la lumière se trouve absorbée.

c) Dans l'*éclairage mixte*, on combine ces deux procédés (fig. 9, II et III), ce qui est la meilleure solution.

III. — RÉSUMÉ

1. Pour préserver sa vue il faut éviter toute contamination des yeux, ne pas les fatiguer, corriger leurs défauts quand ils en possèdent et assurer un bon éclairage des pièces où on travaille.

2. L'excès de lumière altère la rétine. Il ne faut pas lire, écrire ou coudre en plein soleil.

L'insuffisance de lumière engendre la myopie. C'est une cause de déformation de la colonne vertébrale.

3. L'éclairage des appartements doit être suffisant et uniforme. Il ne doit pas donner d'ombres trop épaisses.

Il faut disposer sa table de travail pour que la lumière arrive latéralement, du côté gauche.

4. On doit veiller à ce que les lampes ne soient pas dans le champ visuel et à ce que leur lumière, qui peut frapper directement ou indirectement les objets à éclairer, soit d'une intensité constante.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. **Etudiez vos yeux.** — Cherchez les défauts que pourrait présenter chacun d'eux, en répondant aux questions suivantes :

a) Voyez-vous distinctement les objets situés à plus de 60 mètres ? Quand vous regardez la lune, lui trouvez-vous un contour net ? Sinon, quel est le défaut de l'œil ?

b) La plus courte distance à laquelle vous puissiez lire n'excède-t-elle pas 20 centimètres ? Sinon quel est le défaut de l'œil ?

c) Voyez-vous avec une égale netteté toutes les divisions d'un cadran horaire (horloge d'une gare par exemple) ? Sinon, quel est le défaut de l'œil ?

2. **Un moyen simple d'apprecier l'intensité d'un éclairage.** — Il consiste à compter le nombre de *clignements des yeux* par minute.

Le clignement est un acte de défense de l'œil ; il permet de mouiller et de balayer la cornée et de reposer ainsi la vue, en obscurcissant de temps en temps la rétine. L'expérience prouve que l'on cligne de l'œil, en moyenne, 4 ou 6 fois par minute. Sous l'influence de la fatigue, on note un nombre de clignements qui peut être 10 à 15 fois plus fort. *C'est ce qui arrive, en particulier, quand l'éclairage est insuffisant.*

Ainsi, la fréquence du clignement permet d'apprecier, d'une façon simple, la qualité de l'éclairage à la place où l'on travaille.

16^e LEÇON

QU'EST-CE QU'UN MICROBE ?

I. — OBSERVATIONS

1. Réalisez une culture de Bactéries du lait, en opérant comme il est indiqué au paragraphe 1. Observez les changements subis par le liquide clair obtenu : un trou ble, la formation d'un voile superficiel. Si l'on le possède un microscope, observer une goutte de cette culture entre lame et lameille, en utilisant le plus fort grossissement et un éclairage réduit.
2. Réaliser une fermentation butyrique. On abandonne dans un verre d'eau quelques rondelles de pommes de terre crue ou des haricots secs. Au bout de quelques jours l'eau devient trouble, mousseuse et dégage une odeur infecte, caractéristique de la fermentation butyrique. Observer une goutte de ce liquide au microscope.
3. Action des antiseptiques sur les Bactéries. Reproduire l'expérience précédente, en ajoutant, quelques gouttes de formol dans l'eau. Comparer les résultats obtenus.

II. — LEÇON

Les êtres vivants que nous allons étudier sont très petits, si petits qu'il est impossible de les voir à l'œil nu. On ne peut les observer qu'avec de puissants microscopes¹. On les appelle des microbes.

Les microbes sont partout. Il y en a dans l'air que nous respirons, dans l'eau que nous buvons, sur les objets que nous touchons. Ce sont des microbes qui font cailler le lait ou gâtent nos aliments quand il fait chaud, qui font tourner le vin en vinaigre. Ils sont la cause des fermentations.

Même dans notre corps, il y a des microbes ! Ils pullulent par milliards dans notre intestin. Fort heureusement, la plupart sont inoffensifs. Mais il en existe malheureusement de redoutables, qui sont nos plus implacables ennemis.

Étudions les caractères généraux et les propriétés de ces infiniment petits.

1. Un microscope se compose de plusieurs loupes ; il fait voir les petits objets beaucoup plus gros qu'ils ne sont en réalité.

1. Un microbe facile à cultiver : le Bacille du foin.

Expérience. — Faites macérer une poignée de foin dans de l'eau bouillante, pendant une dizaine de minutes. Filtrez. Recueillez le liquide limpide obtenu dans un bocal que vous abandonnerez dans une pièce tiède.

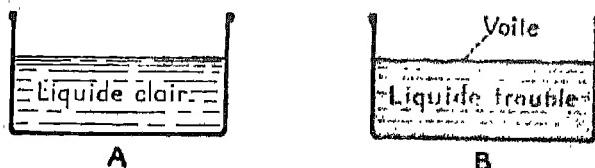


Fig. 1. — Culture du Bacille du foin.
En A, on a placé dans un cristal.
Au bout de quelques jours,
bouillon; le liquide se trouble,

bouillon; le liquide se trouble,

Au bout de deux ou trois jours, le liquide devient *trouble* (fig. 1). Il se couvre d'un voile.

Si l'on en examine au microscope une goutte étalée entre une lame et une lame de verre, on voit d'innombrables bâtonnets mobiles, deux à trois fois plus longs que larges. Chacun d'eux est une Bactérie. On l'appelle *Bacille subtil*, ou *Bacille du foin*.

Il s'agit de microbes inoffensifs pour l'Homme qui font fermenter le foin, dans les silos.

Les Bacilles du foin sont très petits. Sur la figure 2, vous les voyez grossis 1 000 fois ! Pour les mesurer, le millimètre est bien trop grand. On utilise une unité

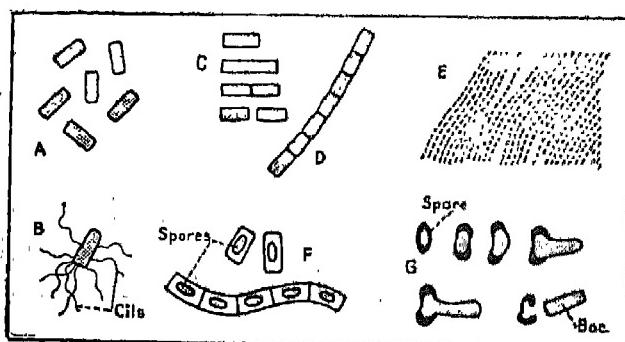


Fig. 2. — Le Bacille subtil.
A, aspect des Bacilles, vus au microscope et grossis 1 000 fois.
B, par certains artifices, on met en évidence les cils qui leur permettent de nager.
C, le Bacille subtil se reproduit par division. Les Bactéries-filles ainsi produites peuvent rester groupées en un long filament D.
E, ces filaments, assemblés paru ne gelé, forment la volle bactérienne.
F, formation des spores du Bacille subtil.
G, germination des spores.

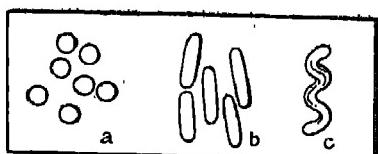


Fig. 3. — Principales formes de Bactéries.
a, Coques ; b, Bacilles ; c, Spirilles.

de longueur à leur échelle, le *micron*, ou millième de millimètre. Le Bacille subtil mesure 3 à 4 microns.

2. Toutes les Bactéries n'ont pas la même forme.

Certaines sont de *petits grains* arrondis. On les appelle des Coques (microbes de la méningite cérébro-spinale, microbes de la fermentation ammoniacale des urines...).

D'autres sont *arquées* ou *sinueuses* : ce sont les Vlbrions (microbes du choléra) et les Spirilles (spirilles de l'angine ou du pus dentaire).

On réserve le nom de Bacilles à ceux qui ont la forme d'un *bâtonnier* (Bacille subtil, Bacilles du tétanos, de la fièvre typhoïde, de la tuberculose...) (fig. 3).

Enfin, il y a des Bactéries si petites qu'il est impossible de les voir, même avec les microscopes les plus puissants. On les appelle des virus (virus de la rougeole, de la rage...).

3. Les Bactéries se multiplient par division. Certaines d'entre elles peuvent former des spores.

Vous vous demandez sans doute : d'où viennent les Bacilles qu'on observe dans le bouillon de foin ? Ne croyez pas qu'ils y aient pris naissance. Il en existait sur le foin sec. Dans le bouillon, ils n'ont fait que se multiplier. Pour cela, chacun d'eux se divise en deux ; puis chacun des Bacilles ainsi produits s'allonge et se divise à son tour, et ainsi de suite (fig. 2, C et D). Ainsi, en moins de 10 heures, une seule Bactérie a pu en engendrer plus d'un million ! C'est pourquoi les microbes pullulent si rapidement.

Quand leurs conditions de vie deviennent défavorables, par exemple quand le bouillon se dessèche, on voit la matière vivante de chaque Bacille se condenser en une petite masse arrondie, entourée d'une coque résistante. Elle se transforme en *spore* (fig. 2, F et 4). Les spores résistent à des traitements qui tueraient les Bactéries. Puis, si les conditions redeviennent favorables, elles germent et donnent naissance à de nouvelles Bactéries. Les spores sont donc les *formes de résistance* des microbes. Ce sont les spores du Bacille subtil qui se trouvaient sur le foin sec et qui ont germé quand on a fait du bouillon avec ce foin.



Fig. 4. — Formation des spores chez les Bactéries. A gauche

4. Les Bactéries subissent l'influence du milieu où elles vivent.

On vient de voir que la sécheresse ne les tue pas, mais provoque dans certains cas, la formation de spores.

La lumière, surtout celle du soleil, détruit les Bactéries. C'est pour quoi il est important qu'elle pénètre librement dans les habitations, les écoles, tous les bâtiments où les microbes abondent.

L'oxygène, et par suite l'air, est nécessaire à la vie de certains microbes. Par contre, il en est d'autres qu'il tue.

La chaleur tue les Bactéries. Aucune ne résiste à une température supérieure à 70°. Mais les spores sont plus résistantes. Pour les tuer, il faut les chauffer pendant vingt minutes à la température de 120°, dans une atmosphère humide.

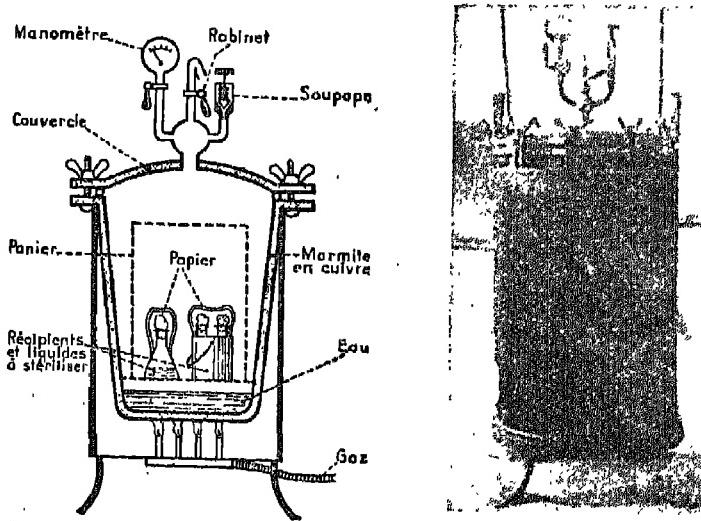


Fig. 5. — Un autoclave de laboratoire.
A gauche, photographie de l'autoclave. A droite, schéma du même appareil. La marmite, où l'on place les objets à stériliser contenant de l'eau, son couvercle, solidement vissé, porte un robinet, un manomètre indicateur de pression et une soupape de sûreté. Dans la marmite, on chauffe la vapeur d'eau sous pression jusqu'à 120°.

C'est ce qu'on fait quand on veut stériliser un milieu propice au développement des microbes, les aliments enfermés dans les bouteilles de conserves, par exemple. Ces bouteilles sont placées dans un autoclave (fig. 5), grande marmite à couvercle vissé dans laquelle on chauffe la vapeur d'eau sous pression, jusqu'à 120°. Après vingt

minutes, le contenu des bouteilles ne renferme plus ni microbes, ni spores vivantes. Il se conservera donc sans subir de fermentation.

Enfin, certaines substances comme le *formol*, l'*alcool*, l'*éther*, l'*iode*, etc... sont des poisons pour les microbes et leurs spores. On les appelle des *antiseptiques*.

5. On sait cultiver les Bactéries.

Afin de pouvoir s'en défendre le mieux possible, il est très important de connaître le mode de vie des microbes et les méfaits qu'ils peuvent commettre.

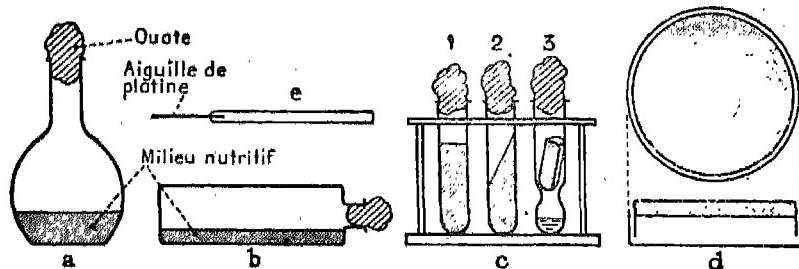


Fig. 6. — Récipient et instruments pour culture de Bactéries. a, ballon à fond plat. b, flacon plat. c, tube à essais. d, boîte en verre, plate. e, aiguille de platine emmanchée dans une baguette de verre, pour faire les ensemencements.

Pour cela, on les cultive en les faisant développer sur des milieux nutritifs : bouillons de viande ou de légumes, tranches de carottes, sang..., dans des récipients de verre fabriqués à cet effet (fig. 6). Récipients et milieux nutritifs sont d'abord stérilisés, pour détruire les germes microbiens qu'ils pourraient contenir. On ensemence ensuite le milieu nutritif en y introduisant quelques Bactéries de l'espèce que l'on veut cultiver.



Fig. 7. — Aspect de colonies microbiennes. c., cultivées sur un milieu nutritif dans une bouteille en verre.

Ainsi, les savants isolent les différentes espèces microbien-nes, les étudient, les ont à tout instant à leur disposition. En les inoculant à des animaux de laboratoire, ils arrivent à déterminer leur action sur l'organisme humain.

Cette science très importante, qui s'occupe de l'étude des microbes, s'appelle la *Bactériologie*.

III. — RÉSUMÉ

1. Les microbes sont des êtres très petits qui pullulent autour de nous. La plupart sont des végétaux microscopiques appelés *Bactéries*.
2. Certaines microbes provoquent des fermentations. D'autres vivent en par-asites sur les êtres vivants. Plusieurs sont la cause de redoutables maladies de l'Homme ou des animaux domestiques.
3. Les Bactéries se multiplient par division. La plupart produisent des spores qui sont des formes de résistance.
4. La lumière, la chaleur tuent les Bactéries. Pour détruire les spores, il faut les chauffer à 120°, pendant 20 minutes, en présence de vapeur d'eau.
5. On peut cultiver les Bactéries. Il est alors possible de les isoler et de connaître leurs propriétés. La science qui étudie les microbes s'appelle la *Bactériologie*.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

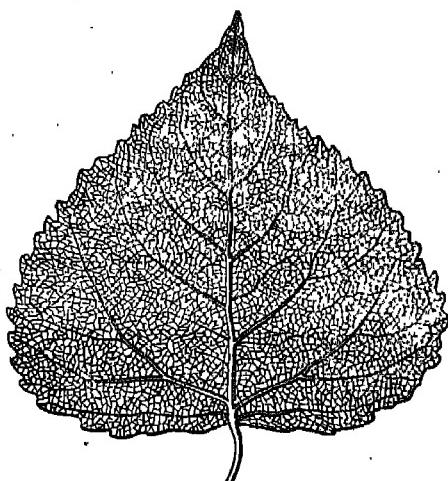


Fig. 8. — Feuille dont les nervures ont été dégagées par la fermentation butyrique. Vous pouvez en trouver de semblables dans les bois.

b) **Fermentation lactique.** — Des Bactéries, vivant dans le lait, transforment

1. **Questions.** — a) Quelles sont les principales *formes* de Bactéries ?

b) Combien faudrait-il planter, bout à bout, de *Bacillus subtilis* pour faire une chaîne de 1 centimètre de long ?

c) Comment expliquez-vous que les Bacilles subtilis se développent dans un liquide que l'on a fait bouillir pendant 10 minutes ?

2. **Les bons microbes.** — Il est de bons microbes, utilisés par l'Homme. Ce sont les agents de certaines fermentations. Voici quelques exemples:

a) **Fermentation acétique.** — Certains microbes, les *ferments acétiques*, transforment le vin en vinaigre. C'est en ensemencant du vin avec ces microbes que l'on fabrique industriellement le vinaigre (voir plus loin).

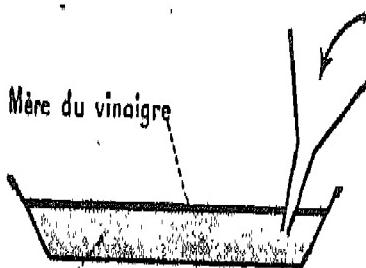
le sucre du lait en acide lactique. Cet acide fait coaguler le lait. Ainsi se forme le caillé, avec lequel on fait les fromages.

C'est pourquoi, quand on veut conserver le lait, on le fait bouillir, pour tuer les microbes qui provoquent la fermentation lactique. Mieux encore, on peut le stériliser, pour détruire en même temps leurs spores, ce qui assure une conservation indéfinie.

c) Fermentation butyrique. — Les microbes qui la produisent digèrent la cellulose qui enveloppe les cellules des plantes. Ce sont ces microbes qui transforment les feuilles enfouies dans le sous-sol des bois en un joli squelette de nervures non attaquées (fig. 8).

On utilise la fermentation butyrique pour faire la féculle des pommes de terre et pour isoler, par le *roulage*, les fibres : coton, du lin et du chanvre.

3. Observations complémentaires. — Réalisez une *fermentation acétique*. Pour cela, il suffit d'abandonner dans une assiette à soupe un mélange en parties égales de vin et de vinaigre, additionné d'un égal volume d'eau (fig. 9). Au bout de 2 ou 3 jours, on voit se former à la surface du liquide un *voile bactérien*, appelé *mère du vinaigre*, qui ne tarde pas à s'épaissir si la température de la pièce dépasse 20°. Observer un fragment de ce voile au microscope.



Mélange de vin, de vinaigre et d'eau

Fig. 9. — Expérience de fermentation acétique. Pour compenser l'évaporation, on verse le vin ou l'eau à l'aide d'un entonnoir qui arrive au fond de l'assiette, afin de ne pas déchirer la mère du vinaigre.

17^e LEÇON

LES MALADIES CONTAGIEUSES

I. — OBSERVATIONS

1. Observer sur des préparations microscopiques, à défaut sur des gravures, quelques microbes infectieux (diphithérie, typhoïde, charbon, pneumonie, etc...).
2. Pouvez-vous citer des microbes transmis par l'eau, le sol, les aliments, les animaux, etc... Observations correspondantes.
Observer des parasites inoculateurs de maladies : Puces, Poux, Tiques, Moustiques, etc. (sur préparations microscopiques ou sur des gravures).
3. Lire des récits sur les épidémies de peste : croyances absurdes, superstitions, crimes qu'elles ont provoqués¹. Observation de gravures, reproduction de tableaux relatifs à la peste : les pestiférés de Jaffa (tableau de A. Gros) ; accoutrement des médecins en contact avec les pestiférés, au XVIII^e siècle ; instruments utilisés pour soigner les malades de la peste, etc...
4. Examiner une collection des principaux antiseptiques utilisés :
a) pour la désinfection des plaies (eau oxygénée, alcool, éther, teinture d'iode, mercurochrome...).
b) pour la désinfection du litige et des locaux... eau de Javel, eau de chaux, sulfate de cuivre, formol, etc...
Apprendre à les distinguer les uns des autres. Souligner les dangers de chacun d'eux et les précautions que nécessite leur emploi.

II. — LEÇON

Vous savez maintenant ce que sont les microbes, comment ils vivent, comment ils se multiplient. Vous savez aussi qu'il existe beaucoup de microbes inoffensifs et qu'il y a même de bons microbes dont l'Homme sait tirer parti.

Aujourd'hui, nous allons étudier ceux qui s'attaquent à l'organisme humain et propagent des maladies.

1. Les plus graves maladies sont provoquées par des microbes appelés, pour cette raison, microbes pathogènes.

La fig. 1 vous montre celui de la fièvre typhoïde. C'est un bacille cilié de quelques microns de longueur.

1. On trouvera des documents sur ces questions, ainsi que des renseignements complémentaires sur les maladies infectieuses, dans l'ouvrage : *Sciences naturelles, classe de 3^e*, par M. Chadeaud et V. Régnier, édité par la Librairie Delagrave.

2. Pathogènes : qui engendre la maladie.

La tuberculose, la peste, le choléra, la rage et bien d'autres maladies sont aussi provoquées par des microbes. On les appelle des *maladies infectieuses*, et on nomme *virulence* le pouvoir nocif¹ de ces bactéries malfaisantes.

Toutes les maladies infectieuses ne sont pas causées par des bacilles. Ainsi les microbes de la méningite, de la pneumonie sont des *coques*. Ceux du choléra sont des *ultrions*. Il y a des *maladies à virus*, dont les microbes sont si petits qu'on ne peut les voir au microscope. C'est le cas de la rage, de la variole, de la rougeole, de la poliomélyrite ou paralysie infantile.

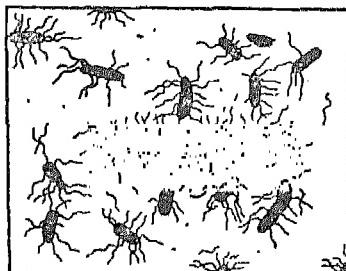


Fig. 1. — Bacilles de la fièvre typhoïde grossis 1 500 fois.

2. Comment agissent les microbes infectieux ?

Vous vous demandez : comment des êtres aussi petits peuvent-ils produire de tels ravages ? C'est que, dans notre corps, ces mauvais microbes rongent nos organes ou nous empoisonnent en sécrétant des poisons, appelés *toxines*. Ce sont ces poisons qui produisent la fièvre, quand on est malade.

Les plus dangereux microbes sont ceux dont les toxines agissent sur le système nerveux. Elles provoquent rapidement la mort (diphthérie, tétanos). C'est pourquoi une culture filtrée de bacilles diphthériques, c'est-à-dire débarrassée de tout germe microbien, tue aussi sûrement un animal que les bacilles eux-mêmes.

3. Pour provoquer la maladie, les microbes doivent être inoculés, c'est-à-dire introduits dans le sang.

Il y a sur votre peau de nombreux Staphylocoques, ou microbes de la furoncule. Cependant votre peau reste saine. Mais une piqûre, une coupure les font-ils pénétrer dans le sang ? Alors, un mal blanc, un furoncle peuvent se produire au point d'inoculation.

Dé même, les autres microbes infectieux ne manifestent leur action que s'ils sont inoculés. La peau, quand elle est intacte, les muqueuses digestive ou respiratoire, quand elles sont saines, constituent une barrière qu'ils ne peuvent franchir. Mais la moindre lésion, la plus petite

1. Nocif = nuisible.

écorchure, l'inflammation des voies respiratoires ou digestives peuvent leur ouvrir la porte et permettre l'infection.

4. Les maladies microbienues sont contagieuses.

Cela signifie qu'elles résultent de la transmission du germe microbien d'une personne malade à une personne saine. Cette contagion peut résulter du contact direct avec un malade (*contagion directe*), mais elle

peut se produire aussi de bien d'autres façons. En voici quelques exemples :

La fièvre typhoïde est transmise par des eaux de baignade souillées par des infiltrations provenant de fosses d'aisances, ou bien par des salades arrosées avec de telles eaux.

La morsure des Chiens enragés inocule la rage.

La peste est une maladie des Rats, transmise à l'Homme par les piqûres de leurs Puces (fig. 2).

Les tuberculeux projettent par millions les microbes de la tuberculose, quand ils toussent ou crachent sur le sol (fig. 3). Ces microbes peuvent ensuite être transportés sur nos aliments.



Fig. 2. — Puce, vue au microscope (grossie 15 fois). Sa piqûre propage la peste.



Fig. 3. — Dissémination des Bacilles de la tuberculose. Le tousser tuberculeux jette les dangereux microbes avec de minuscules gouttelettes de salive. Le cracheur lance sur le sol, avec ses crachats, des millions de Bacilles tuberculeux. Les Mouches peuvent ensuite les transporter sur les aliments non protégés.

Le microbe du tétanos, très répandu dans le sol, pénètre dans l'organisme par les blessures souillées de terre.

Il arrive que le linge, les objets qui ont été en *contact* avec des malades atteints de diphtérie ou de scarlatine transmettent les microbes de ces maladies. Ces microbes peuvent vivre longtemps en dehors de l'organisme des malades et, par suite, être transmis par les objets *contaminés*. C'est ce qu'on appelle la *contagion indirecte*.

5. La contagion ne manifeste ses effets que si elle rencontre un terrain propice.

Il ne suffit pas, en effet, de répandre des microbes dans une collectivité humaine pour déclencher une épidémie. Encore faut-il que les organismes contaminés constituent un terrain propice à l'élosion de la maladie. Ceci est particulièrement net pour la diphtérie, la fièvre typhoïde, la tuberculose.

On sait aujourd'hui que la fatigue, le surmenage, une alimentation défectueuse, le froid, les mauvaises conditions d'hygiène, les émotions douloureuses, bref, tout ce qui fait la peine des Hommes sont des causes qui prédisposent à la maladie.

Vous comprenez alors pourquoi *les épidémies se propagent et prennent des proportions dévastatrices chaque fois que, dans les collectivités humaines, les conditions d'hygiène deviennent défectueuses*. Ainsi s'expliquent les épidémies de peste du Moyen Age, les ravages de la fièvre typhoïde au cours des guerres européennes du XIX^e et du XX^e siècles, les épidémies de choléra dans les armées d'Orient, celles de typhus dans les camps de prisonniers, etc...

6. Il faut empêcher la pénétration des microbes pathogènes dans l'organisme.

On y parvient en prenant certaines précautions.

On ne doit boire que de l'eau potable, ou, si elle est douceuse, de l'eau filtrée ou stérilisée. Ne buvez

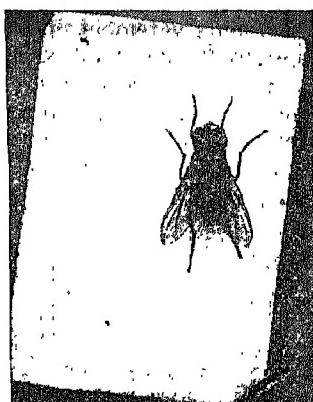


Fig. 4. — Les Mouches qui se promènent sur nos aliments peuvent y déposer de dangereux microbes.

jamais l'eau des rivières ou l'eau des sources que vous ne connaîtrez pas. Elles peuvent véhiculer la fièvre typhoïde. Les aliments doivent être mis à l'abri des Mouches qui transportent des microbes sur leurs pattes (fig. 4).

Lavez vos mains avec soin avant de vous mettre à table. Les mains sales contaminent les aliments qu'elles touchent.

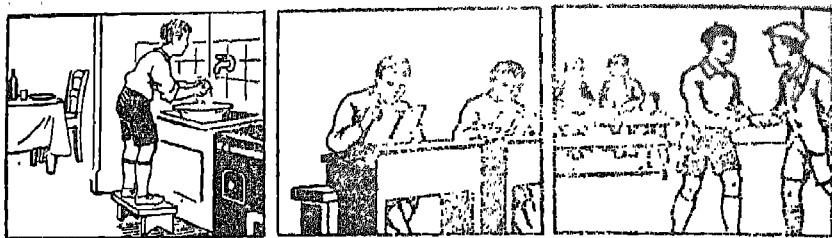


Fig. 5. — Evitez la contagion. Lavez toujours vos mains avant de vous mettre à table, ne mouillez pas votre doigt pour tourner les pages de vos livres, n'échangez jamais vos coiffures.

Quand une personne est atteinte de maladie contagieuse, elle doit être isolée. Il faut désinfecter son linge et ses couverts par le lessivage et l'eau de Javel. On doit désinfecter aussi la chambre des malades, leur literie, leurs vêtements par les vapeurs de formol (voir les conseils pratiques en fin de chapitre).

En cas de blessure, lavez votre plaie avec un antiseptique : alcool, eau oxygénée ou teinture d'iode. Vous détruirez ainsi les microbes qui auraient pu s'introduire sous la peau. Si cette plaie est profonde, et surtout si elle est souillée de terre, il faut consulter le médecin (voir la 20^e leçon, p. 151).



Fig. 6. — Fortifiez votre organisme. Vivez le plus possible à l'air libre et au soleil, mangez bien, évitez le surmenage, avez un sommeil suffisant dans une chambre bien aérée ; voilà le plus sûr moyen d'éviter les maladies contagieuses.

7. Pour vaincre les microbes, fortifiez votre organisme.

L'organisme se défend contre les microbes qui l'assaillent et, quand il est sain, il parvient souvent à les vaincre. Mais tout ce qui l'affaiblit permet aux microbes de triompher.

C'est pourquoi la *tuberculose* frappe durement les alcooliques et les personnes mal nourries. La *fièvre typhoïde* atteint ceux qui sont surmenés. Il faut donc fortifier son corps en observant les règles de l'hygiène, si l'on veut résister à la contagion.

III. — RÉSUMÉ

1. Les maladies contagieuses sont produites par des microbes (diphthérie, fièvre typhoïde, choléra, rage, variole, etc...)

2. Pour provoquer une maladie, les microbes doivent être inoculés, c'est-à-dire pénétrer dans le sang. Ils doivent aussi trouver dans l'organisme un terrain propice à leur développement. C'est pourquoi les mauvaises conditions de vie prédisposent aux maladies infectieuses.

3. La contagion est la transmission d'un germe microbien d'une personne malade à une personne saine. Elle peut se faire par l'air, l'eau, les aliments, le sol, les animaux, les objets contaminés.

4. Pour éviter la contagion, il faut surveiller son eau de boisson et ses aliments, ne pas approcher les personnes malades. Le linge, les vêtements, les couverts de celles-ci doivent être désinfectés par l'eau de Javel. On détruit les microbes qui peuvent souiller leur chambre, leur literie, leurs vêtements par les vapeurs de formal.

5. Pour vaincre les microbes, fortifiez votre organisme. Beaucoup de maladies contagieuses ne frappent que les organismes débilités. Ayez donc une bonne hygiène. Nourrissez-vous bien, vivez au grand air, évitez le surmenage.

IV. — CONSEILS PRATIQUES

Il est possible, en bien des cas, de se préserver des maladies infectieuses. Outre la *vaccination* et la *sérothérapie* — procédés de lutte directe qui seront étudiés dans la prochaine leçon — on peut éviter la propagation des microbes par l'*isolement*, ou les détruire par la *désinfection*.

1. L'isolement.

Il empêche le contact entre les malades et les individus sains. Dans les hôpitaux, les malades infectieux sont placés dans des chambres, propres des chambres spéciales. On leur fait le plus possible de communiquer avec l'extérieur. Ainsi, on ne doit pas faire de partie de leur chambre le *contact* avec les sanitaires car le microbe de la fièvre typhoïde peut être transporté en échappant par le papier.

2. La désinfection.

La désinfection est la destruction des microbes sur les objets ou dans les locaux d'habitation contaminés par des malades. La loi prévoit la *désinfection obligatoire* pour un certain nombre de maladies dont les microbes peuvent survivre en dehors de l'organisme (fièvre typhoïde, variole, scarlatine, diphthérie, choléra, etc...). Cette désinfection peut être faite *en cours de maladie*, sous le contrôle du

médecin, ou à la fin de celle-ci. Dans ce dernier cas, elle est pratiquée par les services de l'hygiène publique.



Fig. 7. — Désinfection d'un local par pulvérisation d'une solution antiséptique.

dans une solution de sulfate de cuivre ou de crésyl.

b) Désinfection des locaux. — Pour désinfecter de grandes surfaces peu fragiles (murs, parquets, établis...), on peut lessiver avec une solution d'eau de Javel (une cuillerée à soupe par litre d'eau) ou badigeonner au lait de chaux.

Les solutions antiséptiques (formol ou crésyloïd sodique à 4 %) sont parfois projetées en fines gouttelettes à l'aide de pulvérisateurs analogues à ceux employés en agriculture (fig. 7).

Pour désinfecter une pièce d'habitation et les meubles qu'elle renferme, la procédé le plus simple et le plus efficace consiste à y faire dégager des vapeurs de formol, après avoir obturé les orifices des fenêtres et des portes avec des bandes de papier collées. Dans ce cas, on peut opérer ainsi :

1^e Prendre un récipient en fer. Y verser le formol du commerce (1/2 litre pour 30 m² à désinfecter). Ajouter 2 volumes d'eau. Placer le tout au centre de la pièce sur un réchaud à alcool. L'eau entre en ébullition et ses vapeurs entraînent le formol. Le réchaud s'éteint automatiquement quand l'atmosphère est saturée d'humidité.

1. Le crésyl est un produit analogue au phénol, extrait des goudrons de houille. On peut s'en procurer chez les drapieries.

La désinfection utilise le *chaleur* des substances chimiques. Nous nous bornerons à l'étude de la désinfection par les agents chimiques, la seule que vous puissiez pratiquement réaliser.

a) Désinfection des déjections et des crachats. — On désinfecte les selles des malades atteints de fièvre typhoïde, qui renferment les dangereux bacilles, en y versant une solution de *sulfate de cuivre* à 6 % (un verre de solution sur chaque selles).

On peut aussi désinfecter les excréments en y versant 1 litre de *lait de chaux* par litre de matières. Le lait de chaux se prépare, au moment de l'emploi, en délayant 1 kilogramme de chaux éteinte dans 4 litres d'eau.

Pour stériliser les crachats de tuberculeux, il suffit de les maintenir en contact, pendant au moins une heure, avec une solution d'eau de Javel ou de crésyl à 2 %.

b) Désinfection du linge. — On peut stériliser le linge en le faisant bouillir, pendant une heure, dans une lessive de carbamide de soude à 2 %. On peut aussi le faire tremper à froid dans une solution de crésyl à 2 %.

Laisser en contact, avant d'ouvrir la pièce, 3 heures au moins et 10 heures au plus.

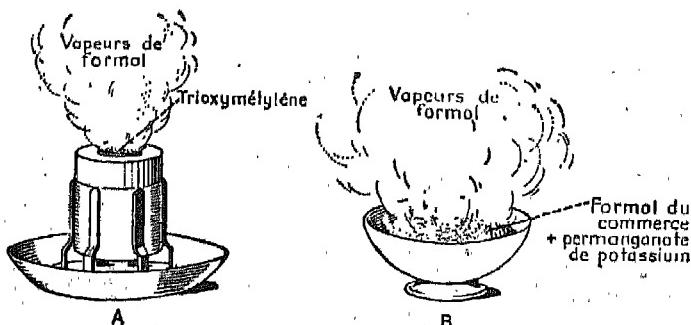


Fig. 8. — *Désinfection par le formol.*
A, par combustion d'un *fumigavel* au trioxyméthylène.
B, par mélange de formol et de permanganate de potassium.

2^e Sans employer de réchaud, on peut opérer à froid (désinfection d'une pendrière par exemple). Placer le formol du commerce, à la clarté de l'aube ou au crépuscule, dans un récipient assez grand. Y verser des cristaux de permanganate de potassium (1 partie de permanganate pour 2 de formol). Le mélange va dégager immédiatement la vapeur d'aldehyde formique (fig. 8, B). Il faut opérer assez rapidement pour éviter le contact irritant — mais non dangereux — des vapeurs.

Après désinfection, on fera disparaître l'odeur persistante du formol en plaçant dans la pièce plusieurs assiettes remplies d'*amoungtaque*.

I. On trouve dans le commerce des appareils spéciaux (*fumigators*, aldors formogènes, etc...), renfermant du trioxyméthylène entouré d'une pâle combustible qui brûle sans flamme (fig. 8, A). La chaleur de combustion transforme le trioxyméthylène en formol, qui se dégage.

18^e LEÇON

LA LUTTE CONTRE LES MALADIES INFECTIEUSES VACCINS ET SÉRUMS

I. — OBSERVATIONS

1. Observation de photographies de microbes infectieux : Bacilles de la *flèvre typhoïde*, de la *diphthérie*, etc...
2. Observation d'une ampoule de *vaccin antivariolique*, d'*anatoxine diphthérique*, de *sérum antidiplélique*, d'un *parcours d'antitoxine*.
3. Dites contre quelles maladies vous avez été vacciné. Quand et comment a-t-on pratiqué ces vaccinations ?

II. — LEÇON

Quand vous vous piquez avec une aiguille sale, vous introduisez des microbes sous la peau. A l'endroit de la piqûre, il se produit alors une *inflammation*, c'est-à-dire un afflux de sang. Les globules blancs

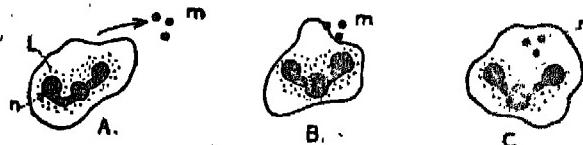


Fig. 1. — Des microbes, m ont été introduits sous la peau : A, les globules blancs L, à protoplasme granuleux et à gros noyau contourné n, sont attirés par ces microbes m. B, le protoplasme du globule blanc colle aux microbes. C, ceux-ci sont finalement capturés par le globule blanc. Ce phénomène, qui joue un rôle important dans la défense de l'organisme contre les microbes, s'appelle la phagocytose.

Leurs cadavres forment le *pus*, qui coule de la plaie. Ainsi, quand des microbes infectieux ont pénétré dans l'organisme, *celui-ci cherche toujours à se défendre*. Mais cette défense peut être insuffisante. Si les globules blancs sont impuissants à arrêter le développement des microbes, la fièvre apparaît et la maladie se déclare.

On peut aider l'organisme dans sa lutte antimicrobienne par deux procédés : la *vaccination* et la *sérothérapie*. Nous allons les étudier dans le cas d'une maladie redoutable ; la *diphthérie*.

cherchent à englober les microbes (fig. 1). Souvent, ils y parviennent et les détruisent. Parfois aussi, les globules blancs sont tués par les poisons microbiens.

1. La diphtérie, terreur des mères.

C'est une maladie très grave qui peut atteindre les adultes, mais frappe de préférence les enfants âgés de 2 à 7 ans. Avant la découverte de la sérothérapie, elle était meurrière dans 70 % des cas.

Elle débute généralement par une angine. Quand on regarde dans la gorge des malades, on y voit des peaux grisâtres, dites fausses membranes, qui envahissent le larynx et provoquent une toux rauque et une gêne respiratoire. Elles peuvent même obstruer complètement la trachée-artère et causer l'asphyxie. C'est le croup.

A ces accidents locaux s'ajoute une redoutable intoxication du système nerveux : troubles de la déglutition, paralysies des membres, des muscles respiratoires et du cœur, ce qui entraîne la mort en quelques jours.

2. Le Bacille diphtérique, cause de la maladie, sécrète un redoutable poison.

C'est un microbe en bâtonnet (fig. 2) qui pullule dans les fausses membranes de la gorge des malades. Il y sécrète une terrible toxine qui passe dans le sang et empoisonne les centres nerveux.

Les Bacilles diphtériques sont faciles à cultiver sur du bouillon de viande légèrement sucré. Dans le liquide, ils libèrent leur toxine qu'on peut isoler en passant le bouillon sur un filtre de porcelaine poreuse. Les pores du filtre, très petits, laissent passer le liquide mais retiennent les microbes. Le produit ainsi filtré,

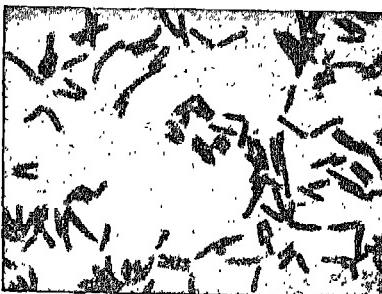


Fig. 2. — Bacilles de la diphtérie, grossis 1 500 fois.

Culture de B. diphtériques

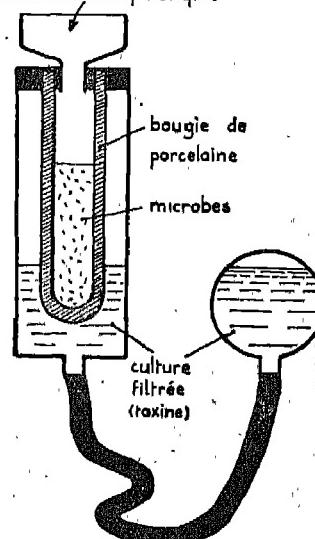


Fig. 3. — Obtention de la toxine diphtérique. On filtre, sur une bougie de porcelaine, un bouillon de culture de Bacilles diphtériques

renferme donc la toxine sans corps microbiens (fig. 3).

Quand on en injecte quelques gouttes sous la peau d'un cobaye, l'animal meurt en présentant les troubles nerveux de la diphtérie. C'est donc bien ce poison qui fait la gravité de la maladie.

Les Bacilles diphtériques possèdent une grande vitalité : ils résistent à la chaleur, à la lumière, à la dessiccation. C'est pourquoi ils peuvent rester vivants sur les vêtements, les objets, les jouets d'enfants atteints de la diphtérie. Les convalescents peuvent aussi transmettre la maladie, car leur gorge héberge des microbes, toujours redoutables, *plusieurs semaines après la guérison*. Aussi, quand on se trouve dans l'entourage d'un diphtérique, faut-il prendre de grandes précautions pour éviter la contagion. Les personnes malades qui projettent en toussant des débris de fausses membranes, pleins de microbes, doivent être isolées. Les vêtements qu'elles ont portés, les objets qu'elles ont touchés doivent être désinfectés avec soin.

3. L'organisme attaqué par le microbe de la diphtérie se défend en produisant une antitoxine.

Quand une personne atteinte de diphtérie parvient à guérir, elle ne contracte jamais une seconde fois la maladie. C'est qu'en cours de l'infection son organisme a produit une **antitoxine**, capable de neutraliser la toxine diphtérique et de la rendre inoffensive. Si, par la suite, elle est de nouveau contaminée par des Bacilles diphtériques, l'antitoxine de son sang empêche l'action de leur toxine et les globules blancs les détruisent aisément. On dit que cette personne est devenue réfractaire à la maladie, ou mieux, qu'elle a été immunisée, qu'elle a acquis l'*immunité*.

4. On préserve de la diphtérie par la vaccination à l'aide d'une toxine atténuee.

On peut être immunisé contre la diphtérie sans tomber malade. En maintenant à la température de 40°, pendant un mois, de la toxine diphtérique additionnée d'un peu de formol, le Docteur Ramon a constaté que cette toxine n'était plus nocive, mais qu'elle avait toujours le pouvoir d'immuniser contre la diphtérie. Une toxine ainsi atténuee constitue un vaccin qui permet d'immuniser contre la diphtérie.

Pour vacciner, on pratique, sous la peau, 3 injections séparées par un intervalle de 9 semaines, la première de 1 centimètre cube, la deuxième et la troisième

1. Une toxine ainsi atténuee, constituant un vaccin, s'appelle une *antitoxine*.

de 1,5 cm³. Cette vaccination est parfois renforcée par une injection de rappel l'année suivante. En France, la loi du 25 juin 1938 a rendu cette vaccination obligatoire pour les enfants au cours de leur deuxième ou troisième année.

5. On peut guérir la diphtérie déclarée par la sérothérapie.

L'immunité acquise par la vaccination n'est pas immédiate puisqu'une bonne vaccination demande un traitement de 6 semaines. Or la diphtérie est une maladie à évolution rapide (5 à 6 jours). Comment guérir la maladie elle-même, lorsqu'elle est déclarée ?

Les savants ont constaté que le sérum sanguin d'un Cheval vacciné contre la diphtérie est capable de neutraliser la toxine diphtérique et de la rendre inoffensive. C'est que la vaccination a fait apparaître dans le sang du Cheval l'*antitoxine* capable de précipiter la toxine diphtérique. On a donc :

Toxine diphtérique (mortelle) + antitoxine = précipité inoffensif.

L'application de cette belle découverte à la médecine humaine fut faite par deux disciples de Pasteur, Roux et Yersin.

Il suffit d'injecter à un malade atteint de diphtérie le sérum d'un Cheval vacciné pour empêcher la toxine d'exercer ses méfaits et pour provoquer la guérison. Ce traitement de la diphtérie, par le sérum du Cheval vacciné, s'appelle la sérothérapie.

Pour obtenir le sérum antidiphétique, on vaccine un Cheval par une série d'injections de vaccin (toxine altérée). Puis, on saigne l'animal: un Cheval peut fournir sans souffrir, en plusieurs saignées, 18 litres de sang (fig. 4). On laisse coaguler le sang et le sérum



Fig. 4. — Ce Cheval a été vacciné contre la diphtérie : on recueille son sang qui renferme l'antitoxine.

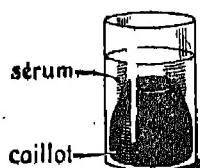


Fig. 5. — On fait coaguler le sang, pour recueillir le sérum anti-diphétique.

recueilli (fig. 5) est réparti en ampoules que l'on conserve au frais et à l'obscurité. C'est ce sérum qui sera injecté sous la peau du ventre, en quantité variable suivant la gravité de la maladie.

6. Ne confondez pas vaccination et sérothérapie.

L'étude de la diphtérie doit vous permettre de comprendre la différence entre ces deux procédés de lutte contre les maladies infectieuses.

A. Quand on injecte le vaccin à un *enfant bien portant*, son organisme réagit comme devant l'infection, mais sans que la maladie se déclare. Il produit une *antitoxine* capable de neutraliser la toxine diphtérique, ce qui lui permet de résister aux microbes eux-mêmes, s'il vient ensuite à être contaminé. L'immunité n'est donc acquise qu'après la *réaction de l'organisme*. Elle n'est donc pas *immédiate*, mais elle est *durable*.

B. Quand on traite un *enfant malade* par le *sérum antidiphétique*, on apporte dans son organisme l'*antitoxine qui a été fabriquée par le Cheval* (préalablement vacciné). L'organisme de l'enfant est donc *passif*. Il reçoit l'antitoxine comme un médicament. C'est pourquoi l'action du sérum est *immédiate*. Mais par contre elle est *fugace* : en moins de 3 semaines, les antitoxines du sérum ont été fixées, éliminées ou détruites.

7. Principaux vaccins et sérums.

Vous devez bien comprendre qu'un vaccin, comme d'ailleurs un sérum, ne sont efficaces que pour lutter contre les microbes qui ont servi à les préparer. C'est pourquoi, quand on veut être protégé contre plusieurs maladies infectieuses, il faut se soumettre à plusieurs vaccinations.

A. **Principaux vaccins.** — Ils peuvent être constitués :
soit par des *toxines microbiennes rendues inoffensives*, ou *anatoxines* (vaccins contre la diphtérie, le tétranos) ;
soit par des *microbes encore vivants*, mais qu'on a rendus *inoffensifs* (vaccins contre le charbon, la peste, la tuberculose, la rage, etc...) ;
soit par des *microbes tués* (vaccin contre la fièvre typhoïde).

B. **Principaux sérums.** — On les prépare en vaccinant le Cheval ou d'autres animaux (le Singe, dans le cas de la poliomylérite) :
soit avec des *toxines atténées* : sérum contre la diphtérie, le tétranos ;
soit avec des *cultures, vivantes ou tuées*, de *microbes* : sérum contre la dysenterie, à la peste, la poliomylérite (ou paralysie infantile), la gangrène...

On a pu obtenir aussi des sérums efficaces contre la *morsure des serpents venimeux*, les *empoisonnements par les champignons vénéneux*, etc...

III. — RÉSUMÉ

1. La diphtérie est causée par un microbe qui se localise généralement dans la gorge, où il provoque la formation de membranes grisâtres. Les bacilles diphtériques sécrètent une toxine, redoutable poison du système nerveux qui peut provoquer la mort.

2. On vaccine contre la diphtérie par l'*anatoxine Ramon* qui est une toxine diphtérique atténuée.

3. On peut guérir la diphtérie déclarée par la *sérothérapie*. Pour cela, on injecte aux malades du sérum d'un Cheval préalablement vacciné par des injections répétées d'*anatoxine*.

Le sérum antidiphérique contient une antitoxine qui neutralise la toxine diphtérique et la rend inoffensive.

4. On fabrique aujourd'hui de nombreux vaccins et sérums. Chacun d'eux n'est efficace que pour lutter contre les microbes qui ont servi à les préparer.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION.

- 1. — Questions. 1. — Comment l'organisme réagit-il contre les microbes ?
2. — Vaccins et sérums : analogies et différences.
3. — Toxines, antitoxines, anatoxines : précisez le sens de ces trois mots.

II. — ÉTUDE DE QUELQUES MALADIES INFECTIEUSES.

Il existe, malheureusement, un grand nombre de maladies infectieuses, c'est-à-dire provoquées par des microbes. Certaines sont produites par le contact des malades ou des objets qu'ils ont contaminés. D'autres résultent de l'absorption d'aliments ou de boissons infectés, ou de la morsure d'animaux malades. Voici quelques indications pratiques concernant celles d'entre elles que vous devez connaître.

I. — *Les fièvres éruptives.*

Ce sont des maladies spéciales à l'Homme. Parmi les principales, nous décrirons la *rougeole*, la *scarlaline* et la *variole*.

LA ROUGEOLE

C'est une maladie très contagieuse, surtout dans l'enfance. Elle est caractérisée par de la fièvre, du larynoïtement et l'apparition de taches rouges sur la peau.

Le microbe de la rougeole n'est pas connu. Il semble très fragile, mais il est très diffusible. La contagion se fait par contact direct, avant même l'éruption. Aussi cette maladie éclate-t-elle bruyamment, chez les enfants groupés à l'école par exemple. Les épidémies sont de courte durée.

Bénigne en soi, la rougeole est grave par les suites qu'elle comporte (bronchopneumonie, tuberculose...). A Paris, c'est la maladie la plus meurtrière après la tuberculose.

L'*isolement au chaud* permet une guérison rapide dans la plupart des cas.

Dans les cas graves, on obtient de bons résultats par l'injection de *sérum de convalescents* (extrait du sang d'un malade récemment guéri).

LA SCARLATINE

La scarlatine débute par une *angine* accompagnée de fièvre, puis la peau se recouvre de plaques rouges où l'épiderme se détachera en larges lambeaux (*desquamation*) pendant la convalescence.

Ces lambeaux renferment les germes, d'ailleurs mal connus, de la maladie. Ils s'y conservent longtemps. Aussi, à l'inverse de la rougeole, les épidémies de scarlatine sont interminables.

La scarlatine est souvent grave par elle-même. Elle se complique parfois de lésions des reins.

Les malades doivent être isolés. La contagion indirecte étant possible, on devra désinfecter les vêtements du malade, brûler ses livres et cahiers, débarrasser les quarantaines et faire prendre au convalescent un bain savonneux avant de quitter la chambre.

LA VARIOLE

1. La variole, ou petite vérole, était autrefois un véritable fléau.

Aujourd'hui, elle a presque disparu.

En France, on enregistre en moyenne une centaine de cas par an. Elle débute par une éruption de *pustules*, qui supurant ensuite et laissent des *traces indélébiles*. Elle peut entraîner des complications graves (maladies pulmonaires, cécité...), et la mort. Le germe de la variole est inconnu.

A Londres, au XVIII^e siècle, on comptait, chaque année, 20 000 morts par variole.

Elle était la plus redoutée des maladies aiguës. L'observation ayant montré qu'elle ne récidivait pas, on allait, par peur, jusqu'à la variolisation, qui consistait à s'inoculer le pus de personnes faiblement atteintes.

2. La vaccination antivariolique.

La variole est la plus évitable des maladies. Il suffit, pour s'en préserver, de se faire vacciner.

Historique. Un médecin anglais, Jenner¹, pratiquait la variolisation. Il remarqua que certains paysans, employés dans les étables, étaient réfractaires à la variolisation et à la variole.

Il put montrer, à la suite de patientes recherches, que cet état réfractaire était dû à une maladie contractée directement de la Vache, la *vaccin*², qui développe des boutons pustuleux sur les mamelles.

Il employa le pus de ces pustules pour inoculer l'Homme, puis il inocula les Hommes de bras à bras. Tous les individus ainsi traités devinrent réfractaires à la variole. *Ils étaient vaccinés.*

1. Médecin anglais (1749-1823).

2. *Vaccine*, *vaccination*, viennent du latin *vaca* = vache.

3. Préparation et emploi du vaccin.

Aujourd'hui on ne vaccine plus de bras à bras (transmission possible d'autres maladies).

On choisit une génisse jeune et saine. On rase les poils du flanc et on inocule (par 100 ou 200 scarifications) de la pulpe vaccinale (fig. 6).

Au bout de 8 jours, on recueille le pus des pustules. Mélangé à de la glycérine et placé en tubes stérilisés, il constitue le vaccin.

On vaccine en inoculant un peu de ce liquide dans la peau du bras ou de la cuisse, avec un *vaccinostyle* (fig. 7), sorte de plume d'acier à bords tranchants. Des pustules de vaccin apparaissent au bout de quelques jours. Il faut éviter de les gratter avec ses ongles, car on pourrait inoculer le virus en d'autres régions du corps et faire apparaître de nouvelles pustules.

L'immunité contre la variole est acquise 9 jours après la vaccination. Elle dure 10 ans. C'est pourquoi la loi du 15 février 1902 rend la vaccination obligatoire dans le cours de la première, de la dixième et de la vingtième années.

II. — Deux maladies transmises par les déjections humaines.

Ce sont la *fièvre typhoïde* et le *choléra*.

1. La fièvre typhoïde.

a) C'est une maladie grave provoquée par un Bacille (voir fig. 1 p. 125). On doit en rapprocher deux maladies voisines, dites fièvres paratyphoïdes A et B.

Après s'être répandu dans le sang, le microbe se localise dans l'intestin. La maladie débute par de la lassitude, une courbature générale, de la somnolence. Puis, une fièvre élevée s'installe et le malade est déprimé. Elle entraîne souvent des complications cardiaques et digestives (*péritonite*) qui peuvent provoquer la mort.

La fièvre typhoïde se transmet par les matières fécales qui souillent les linge, les vases.

Entraînés par l'eau, les microbes risquent d'infecter les puits, les cours d'eau, les sources.

b) **Préservation.** — Un certain nombre de mesures d'hygiène peuvent nous préserver de la maladie en temps d'épidémie.

Il faut assurer l'isolement du malade, la désinfection des selles et des urines

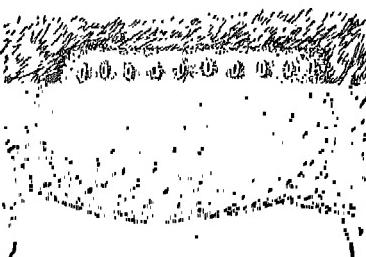


Fig. 6. — Pustules vaccinales, sur le flanc d'une génisse. C'est le pus prélevé dans ces pustules, et additionné de glycérine, qui constitue le vaccin antivarolique.



Fig. 7.
Vaccinostyle.

par le sulfate de cuivre ou le chlorure de chaux, désinfecter aussi les linges contaminés.

On ne devra se mettre à table qu'avec des mains propres, lavées au savon.

Il sera prudent de ne consommer que de l'eau bouillie et d'éviter, momentanément, la consommation de légumes ou de fruits crus.

c) **Vaccination.** — Il existe un vaccin contre la fièvre typhoïde, formé de cultures de Bacilles tués par la chaleur ou l'éther. Inoculé sous la peau, il provoque une réaction fébrile, de la courbature, en somme une forme atténuée de la fièvre typhoïde qui immunise contre la vraie maladie.

On prépare actuellement des vaccins triples (typhoïde et paratyphoïdes A et B).

2. Le choléra.

C'est une maladie provoquée par le *Vibrio cholérique*. Elle peut être très meurtrière. L'épidémie de 1892 atteignit, en France, 52 départements et causa 100 000 décès.

Le germe du choléra est contenu dans les déjections et les matières vomies par les malades. Il se transmet surtout par l'eau, les linges, les vêtements.

Sa transmission ressemblant à celle de la fièvre typhoïde, impose les mêmes mesures de préservation.

Il existe une vaccination préventive contre le choléra. Grâce à elle on n'a pas observé d'épidémie dans le corps expéditionnaire des armées d'Orient au cours des deux dernières guerres.



Fig. 8. — Louis PASTEUR (1822-1895). L'illustre savant français, dont les travaux ont permis la découverte des procédés les plus modernes de lutte contre les maladies microbiennes, est dans son laboratoire. Il examine un flacon qui contient une moelle de Lapin enragé.

III. — Une maladie des animaux transmissible à l'Homme : la rage.

Cette terrible maladie, transmissible par inoculation, est produite par la morsure d'animaux enragés.

Presque tous les animaux à sang chaud peuvent contracter la rage (Chat, Chien, Bœuf, Mouton, Lapin, Coq, etc.). C'est par la morsure de Chien qu'elle est le plus souvent transmise à l'Homme,

1. La rage chez le Chien.

Le Chien enragé est triste, inquiet, d'un abord difficile. Parfois (mais exceptionnellement) il devient furieux, mordant les personnes et les objets les plus hétéroclites qu'il rencontre.

Puis, les muscles du pharynx et des mâchoires se paralysent, rendant impossibles les mouvements de déglutition. L'animal ne peut ni manger, ni boire (c'est à tort qu'on parle de son horreur pour l'eau). Il meurt paralysé.

2. La rage chez l'Homme.

Le microbe de la rage est mal connu. C'est un virus contenu dans la salive du Chien enragé et qu'une morsure peut inoculer à l'Homme. Chez ce dernier, le virus chemine le long des nerfs et les symptômes ((analogues à ceux du Chien) éclatent quand il atteint les centres nerveux.

Aussi la période d'apparition de la maladie est-elle très variable. Elle peut se manifester après plusieurs mois pour les morsures du pied, quatre à cinq semaines pour celles des bras, huit à quinze jours pour celles du visage. Celles-ci sont donc les plus dangereuses.

3. Traitement de la rage.

Cette terrible maladie est évitable.

a) De sévères mesures de police sur la circulation de faire disparaître. La rage n'existe pas en Australie, où l'i est prohibée.

b) Il existe une *vaccination antirabique*, découverte par Pasteur (fig. 8). Elle consiste à injecter des moëlles de Lapins enragés, dont la virulence est atténuee par la dessication. Le traitement dure 15 à 18 jours pendant lesquels on injecte, 1 ou 2 fois par jour, des moëlles de plus en plus virulentes broyées dans de l'eau salée.

On peut évaluer à 15 % le nombre des décès chez les personnes malades et non traitées. Chez les vaches, le chiffre des décès reste inférieur à 1 p. 200.

4. Marche à suivre en cas de morsure par un Chien.

En ce cas, tout traitement superficiel de la plaie est insuffisant. Si la salive du Chien était virulente, la marche de la maladie chez l'animal sera rapide. Il sera mort au bout de 10 à 12 jours.

En conséquence, si vous avez été mordu par un Chien :



Fig. 9. — Préparation du vaccin antirabique.
La moëlle de Lapin enragé m est soumise à la dessiccation dans un flacon qui contient des morceaux de potasse P.

- a) Le Chien est mort moins de 12 jours après la morture.
- b) Le Chien a été abattu moins de 12 jours après la morture.
- c) Le Chien a disparu ou est inconnu de la personne malade.
- d) Le Chien est vivant. Il doit être mis en observation pendant 12 jours, sous le contrôle d'un vétérinaire, et aux frais de son propriétaire.
- 1º S'il meurt de la rage ou tombe malade pendant l'observation (Traitement antirabique).
- 2º S'il est bien portant au bout de 12 jours (Prix de l'abattement).

19^e LEÇON

DEUX FLÉAUX : LA TUBERCULOSE ET LE CANCER

I. — OBSERVATIONS

- | | |
|---|--|
| 1. Observer des photographies de lésions tuberculeuses : tuberculose osseuse, cutanée, pulmonaire... A l'occasion, observer une radiographie de poumon sain, de poumon tuberculeux. | des gravures montrant des bacilles de Koch (fig. 2 de la leçon). |
| 2. Observation du crachat de tuberculeux (du commerce). A ce sujet, examiner | 3. Réunir et observer des documents sur les établissements contre la tuberculose : dispensaire, préventorium, sanatorium. Rôle exact de chacun d'eaux. |

II. — LEÇON

A. — La tuberculose.

La tuberculose est une terrible maladie qui désole l'humanité. Elle exerce ses ravages dans le monde entier. La France lui paie un lourd tribut : chaque année, plus de 80 000 Français meurent de tuberculose, (soit en moyenne 1 sur 500 Français).

Les animaux aussi peuvent être tuberculeux (Bœuf, Singe, Chat, Chien, Porc, Oiseaux, particulièrement les Perroquets) et leur tuberculose est généralement transmissible à l'Homme. Les Bovidés sont les plus fréquemment atteints. En France, 20 % d'entre eux sont contaminés.

1. Description de la maladie.

La tuberculose peut atteindre tous les organes (poumons, reins, foie, intestin, os, ganglions lymphatiques, méninges, etc.). Mais la forme la plus commune est la *tuberculose pulmonaire*, ou *phthisie*.

Elle est caractérisée par une toux sèche et opiniâtre, des poussées de fièvre qui se manifestent surtout le soir, des sueurs nocturnes. Les malades maigrissent. Ils semblent se consumer, minés par quelque poison et meurent épulés au bout d'un temps variable.

Dans le poumon atteint se forment des *tubercules* pleins de globules blancs et de microbes. Ils grossissent, s'emplissent d'une sorte de pus et se vident dans les bronches. Alors, le tuberculeux crache et rejette des millions de microbes.

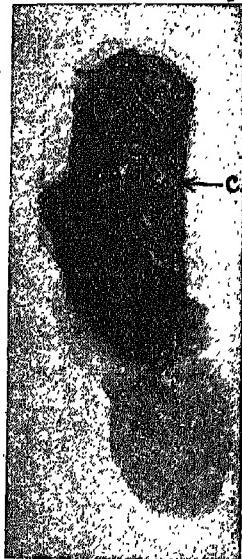


Fig. 1 — Coupe dans le poumon d'un phthisique. On distingue nettement une grande cavité (C) creusée dans le tissu pulmonaire.

2. Le Bacille de Koch¹, microbe de la tuberculose.

Dans les crachats des phthisiques, on voit, au microscope, des bâtonnets longs de 2 à 5 microns. Ce sont les **Bacilles de Koch**, microbes de la maladie (fig. 2). Ils sont protégés par un enduit circé qui les fait résister à la dessication et aux antiseptiques. Par contre, la lumière solaire atténue leur virulence et la température de l'ébullition les tue, car *ils ne forment pas de spores*.

Quand on injecte sous la peau d'un Cobaye le contenu d'une lésion tuberculeuse ou une culture de Bacilles de Koch, l'animal devient tuberculeux. Les lésions s'étendent aux ganglions lymphatiques, à la rate, au foie et finalement aux poumons (fig. 3).

Ainsi, la tuberculose peut se transmettre par contagion et le **Bacille de Koch** est la cause de la maladie.

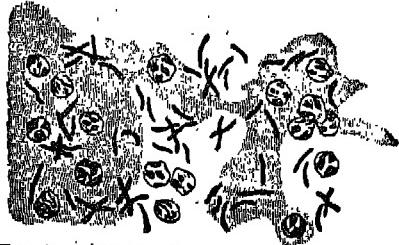


Fig. 2. — Bacilles de Koch dans un orothât de tuberculeux. Les microbes sont accompagnés de mucoïdes et de globules blancs.

3. Comment se fait la contagion tuberculeuse ?

Les Bacilles de Koch abondent autour de nous. Ils sont dans le lait des Vaches tuberculeuses, dans la salive du Chien malade qui lèche les mains ou la figure de son maître. Mais ils sont surtout

1. Koch : bactériologiste allemand (1843-1910) célèbre par sa découverte du bacille de la tuberculose.

propagés par les malades atteints de tuberculose pulmonaire.

Quand ceux-ci toussent, ils en projettent dans l'air à la figure de leurs voisins. Quand ils crachent, ils rejettent sur le sol des millions de Bacilles que les Mouches transportent sur nos aliments (revoir la fig. 3, p. 126), ou que le vent répand dans l'atmosphère quand les crachats desséchés ont été réduits en poussière.

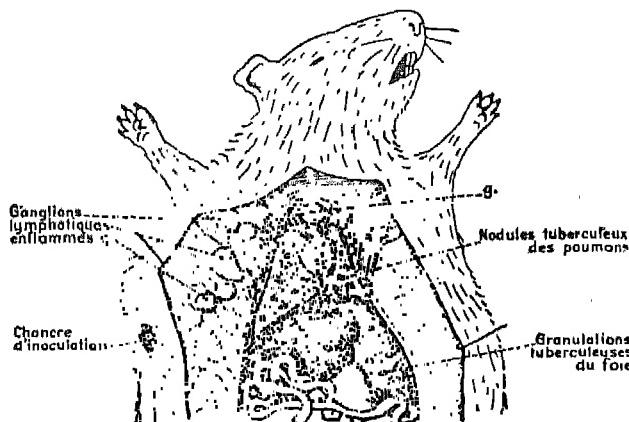


Fig. 3. — Lésions tuberculeuses du Cobaye.
Elles ont été produites par l'injection, sous la peau, d'une petite quantité de pus tuberculeux.

L'inhalation des Bacilles est une voie d'accès. Les lésions provoquées par un rhume, une bronchite mal soignée ouvrent la porte à l'infection.

Mais la voie d'entrée la plus fréquente est le tube digestif. Le lait, consommé cru, d'une Vache tuberculeuse, le pain d'un boulanger malade, les aliments souillés par les Mouches, les doigts sales peuvent introduire le microbe. De l'intestin, il gagne les endroits les plus divers de l'organisme.

4. Nous subissons tous, tôt ou tard, l'infection tuberculeuse.

La tuberculose ne semble pas héréditaire : on ne naît pas tuberculeux, on le devient.

Mais l'enfant, très réceptif, se contamine facilement dans un foyer tuberculisé. Il s'infecte par le lait de sa mère et le contact journalier de ses parents.

D'ailleurs, peu de personnes échappent à l'infection au cours de leur existence. La plupart des adultes présentent, dans leurs poumons, de petites cicatrices de lésions anciennes. Mais l'infection tuberculeuse n'entraîne pas nécessairement la tuberculose-maladie.

5. La première attaque du Bacille, ou primo-infection, peut passer inaperçue.

Elle se produit souvent avant la quinzième année. A ce moment, l'enfant présente quelques troubles légers : poussées de fièvre dites — bien à tort — « de croissance », troubles digestifs, perte momentanée de l'appétit. Certains ganglions lymphatiques gonflent et deviennent durs, ce qui fait dire aux mamans que leur enfant « a des glandes ».

La plupart du temps, ces foyers bacillaires se cicatrisent et la maladie ne se manifeste pas. Bien mieux, ces Bacilles emprisonnés dans l'organisme jouent un rôle utile. L'enfant, guéri de sa primo-infection, acquiert une sorte d'immunité qui pourra le préserver contre de nouvelles attaques du microbe.

On peut dépister la primo-infection par la cuti-réaction. Pour cela, on pratique sur le bras du patient une ou deux éraflures et sur chacune d'elles on dépose une goutte de *tuberculine*, toxine tuberculeuse obtenue en filtrant une culture liquide de Bacilles de Koch. Si, dans les 48 heures, les éraflures sont enflammées, le sujet héberge des bacilles vivants : on dit que la cuti-réaction est positive. Si rien ne se produit, la cuti-réaction est négative et le sujet est indemne.

Vous pouvez maintenant comprendre qu'une cuti-réaction positive ne prouve pas qu'on est tuberculeux, mais seulement qu'on a subi l'infection tuberculeuse. Chez une personne ne présentant aucun des symptômes de la maladie, c'est un signe de bon augure. Il prouve que cette personne a su résister à la primo-infection, ce qui laisse prévoir qu'elle pourra résister aux attaques ultérieures des Bacilles tuberculeux.

6. Le rôle du terrain dans l'élosion de la maladie.

Un Homme bien portant résiste assez bien à la tuberculose. Mais toutes les causes d'affaiblissement de l'organisme y prédisposent.

Alors la primo-infection peut entraîner des conséquences graves. Chez l'adulte, des foyers bacillaires en sommeil peuvent se réveiller, de nouvelles invasions de microbes sont à craindre : les lésions tuberculeuses se développent et la maladie se déclare.

C'est pourquoi la tuberculose se manifeste souvent après une *maladie déprimante* : diplétérie, rougeole, pleurésie... C'est pourquoi elle frappe durement ceux qui vivent dans de mauvaises conditions d'hygiène. *Vie dans un taudis* (manque d'air et de lumière), *nourriture insuffisante*, *surmenage*, *alcoolisme* préparent un terrain propice à son élosion.

7. La lutte antituberculeuse.

Nous n'avons pas à étudier ici le *traitement* de la tuberculose : c'est l'affaire du *médecin*. Examinons simplement les principales *méasures hygiéniques* à mettre en œuvre contre cette terrible maladie.

a) Protection de l'enfance. — Le nouveau-né, nous l'avons vu, est très réceptif. Si ses parents sont tuberculeux, il devrait donc être soustrait au milieu familial dès sa naissance. La mère tuberculeuse ne doit pas allaiter son enfant. Il existe d'ailleurs des œuvres de placement familial des tout-petits qui se chargent de répartir à la campagne les enfants ainsi menacés. Elles sauvent chaque année des milliers de nourrissons.

Un vaccin a été découvert qui permet d'immuniser les jeunes enfants condamnés à vivre dans un milieu suspect : le B. C. G. des docteurs Calmette et Guérin. C'est une culture de Bacilles tuberculeux sans virulence qu'on fait ingérer aux nourrissons. Cette vaccination réalise sans risque la primo-infection qui permet à l'enfant de résister ensuite à l'assaut des Bacilles provenant de malades.

On ne prend jamais trop de précautions dans la préparation de la nourriture des bébés. Il faut empêcher que les Mouches viennent les souiller, ainsi que les objets qu'ils peuvent porter à leur bouche.

b) Lutte contre le microbe. — 1^o Guerre aux Mouches, aux poussières, aux mains sales qui véhiculent le dangereux Bacille.

Ne crachons jamais par terre, même si nous nous croyons sain. Cracher par terre est une mauvaise action. Le tuberculeux, par ses crachats, sème la mort autour de lui.

Les malades doivent expectorer dans des crachoirs de poche (fig. 4), renfermant un antiseptique et qu'on peut facilement nettoyer.

2^o Renforçons notre organisme par une alimentation saine et abondante, mais sans faire d'excès. Vivons toujours dans de bonnes conditions d'hygiène : que l'air et la lumière pénètrent librement dans notre maison.

c) Lutte sociale. — La tuberculose est une maladie qui intéresse la société toute entière. Nul n'est à l'abri de ses attaques. Elle doit donc être combattue par des mesures sociales : la lutte contre l'alcoolisme, les faudis, la misère devrait être une constante préoccupation des législateurs.

Il existe toute une organisation chargée de combattre ce fléau (fig. 5) :

1^o Dans les dispensaires antituberculeux, des médecins spécialistes examinent gratuitement les personnes envoyées par leur médecin ou



Fig. 4. — Crachoir de poche.

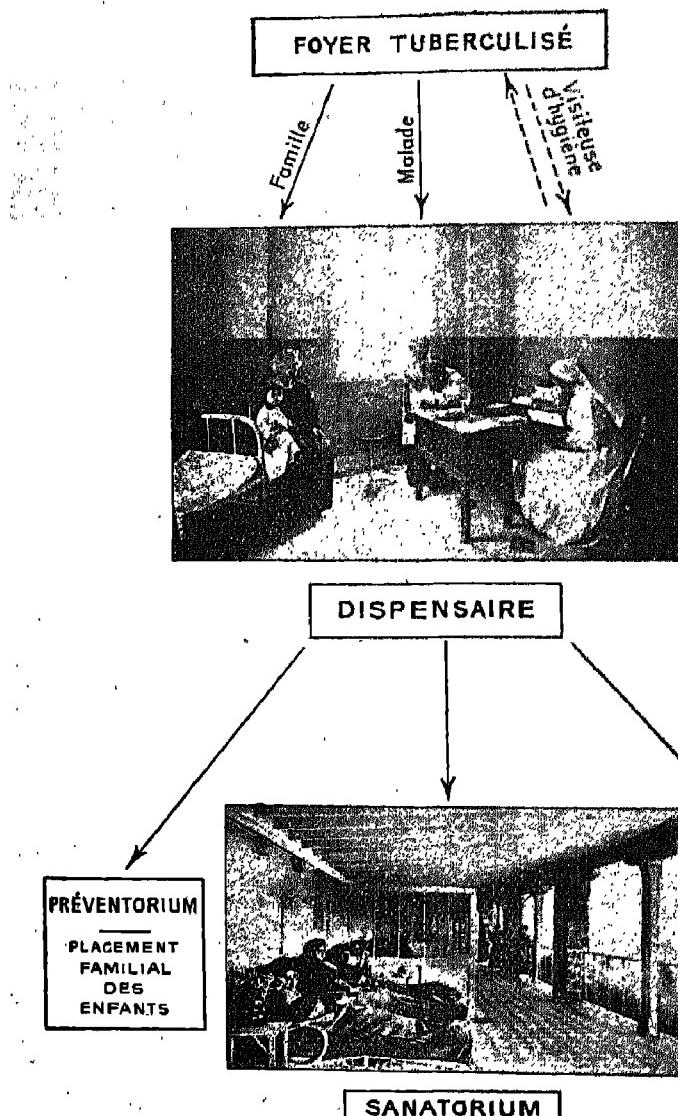


Fig. 5. — Organisation de la lutte antituberculeuse. L'organisme central de cette lutte est le dispensnaire, qui dépiste les malades et les oriente vers les différents centres de traitement.

dépistées par les infirmières visiteuses qui se rendent dans les familles. Ils rassurent les bien-portants alarmés à tort, orientent les malades vers les centres de traitement, éduquent les convalescents.

2^e dans les préventoriums, on reçoit les enfants chétifs menacés de tuberculose. On les fait vivre dans de bonnes conditions d'hygiène qui fortifient leur organisme.

3^e dans les sanatoriums, on soigne les malades susceptibles d'amélioration. Une bonne hygiène, un air pur, et des soins éclairés peuvent amener leur guérison.

4^e dans les hôpitaux spécialisés, on isole surtout les malades les plus contagieux.

B. — Le cancer.

On désigne sous le nom de *cancer*, ou *tumeur maligne*, des bourgeonnements de tissus qui grossissent rapidement, envahissent les organes et souvent réapparaissent après avoir été enlevés chirurgicalement ou traités par les rayons X, le radium, etc...

Le tissu cancéreux peut apparaître dans les organes les plus divers : intestins, poumons, reins, peau, cerveau, etc... On comprend aisément que ces tumeurs finissent par troubler d'importantes fonctions et entraînent la mort.

Cette terrible maladie de l'âge mûr et de la vieillesse fait annuellement, en France, plus de 40 000 victimes. Elle n'est pas contagieuse. Sa cause exacte est encore inconnue et le mystère qui l'entoure la rend plus redoutable encore.

Rien ne révèle à son origine le terrible mal, et pourtant il est important de le dépister le plus tôt possible. Reconnaître à temps le cancer, c'est souvent pouvoir le guérir.

Il importe donc que chacun de nous surveille l'apparition de petits signes qui doivent conduire celui qui les présente au médecin :

— Ecchymoses, suintements qui ne guérissent pas en quelques jours.

— Ulcérations persistantes de la langue et des lèvres.

— Apparition de grosses dures, non douloureuses en un point quelconque du corps.

— Troubles digestifs persistants, surtout s'ils s'accompagnent d'amaigrissement.

— Apparition, après 40 ans, d'une constipation opiniâtre.

— Toute perte de sang anormale.

Comme il existe des centres de lutte antituberculeuse, il existe actuellement des centres anticancéreux, dans toutes les grandes villes.

C'est là qu'il faut se rendre pour consulter un spécialiste et, si besoin est, entreprendre un traitement précoce, quand on a découvert sur soi-même un signe pouvant faire craindre le développement d'un cancer.

III. — RÉSUMÉ

1. La tuberculose est une maladie contagieuse très meurtrière. Elle est provoquée par les bacilles de Koch rejettés dans les crachats et transportés par l'air et les aliments.

2. Les enfants sont particulièrement réceptifs à la tuberculose. L'infection, presque inévitable, peut-être massive et brutale (nouvel aux-né de patients tuberculeux). Elle peut-être silencieuse, provoquant des lésions qui cicatrisent ou des foyers bacillaire qui restent en sommeil.

3. La tuberculose des adultes résulte, soit du réveil de ces foyers par suite d'un affaiblissement passager de l'organisme, soit d'une attaque massive de nouveaux microbes virulents.

La plupart des adultes sains, vivant dans de bonnes conditions d'hygiène, sont réfractaires à la tuberculose. La primo-infection de l'enfance, quand elle évolue bien, crée une certaine immunité.

4. La lutte antituberculeuse comporte :

a) le dépistage et le traitement des malades (dispensaires, préventoriums, sanatoriums).

b) l'éducation des malades.

c) la protection de l'enfance (isolement des enfants de parents malades, vaccination).

d) des mesures sociales (lutte contre les taudis, l'alcoolisme, la misère).

5. Le cancer est un développement désordonné des tissus dans les organes les plus divers. Il est guérissable, quand on le soigne au début. Dès l'apparition du moindre signe avertisseur, il faut consulter un centre anticancéreux.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Définir les termes : *dispensaire, préventorium, sanatorium*.

2. Comment pratique-t-on une *culte-réaction*? Quand dit-on qu'elle est positive? Qu'est-ce que cela prouve?

3. Renseignez-vous sur l'existence des *centres antituberculeux* de votre ville et à l'occasion, visitez leur installation.

4. Parmi les moyens de lutte contre la tuberculose figure la vente annuelle du *timbre antituberculeux*. Quels sont les résultats obtenus à ce point de vue dans votre ville? votre département? Renseignez-vous sur l'affectation des fonds recueillis.

20^e LEÇON

PREMIERS SOINS EN CAS D'ACCIDENT (FRACTURES, LUXATIONS, HÉMORRAGIES)

I. — OBSERVATIONS

1. Rappel de la structure et de la composition des os. Structure des articulations mobiles (coude, genou...).
2. Observation de radiographies intéressant les accidents du squelette : os normaux, os fracturés, fractures consolidées, luxations.
3. Rappel des notions générales sur la circulation du sang dans les artères et dans les veines.
Prendre le *pouls* d'un camarade,
- à son poignet. Poser un garrot sur son bras. Suivre la disparition du pouls au poignet quand on serre le garrot.
Serrez fortement votre poignet gauche avec votre main droite. Que font les *veines* visibles sur le dessus de votre main ? Pourquoi ?
4. Examen du matériel de pansement : gaze stérilisée, coton hydrophile, bande de toile... Mode d'emploi

II. — LEÇON

Le hasard peut vous mettre en présence d'une personne victime d'un accident. En attendant l'arrivée du médecin, vous pouvez parfois vous rendre utile et, par des soins intelligents, éviter de graves complications.

Voici quelques conseils concernant les accidents du squelette et le traitement des plaies.

A. — Accidents du squelette.

1. Les premiers soins aux os fracturés.

Ils varient suivant la localisation de la fracture.

A. Fracture des membres. — Après une chute ou un accident, on soupçonne la possibilité d'une fracture si le blessé a perçu un craquement dououreux, et s'il est dans l'impossibilité de remuer volontairement le membre lésé. *Ne recherchez pas d'autres signes* : vous risqueriez d'aggraver les lésions.

Le premier de vos soins sera alors de procéder à une *immobilisation*, portant non seulement sur la région fracturée (avant-bras ou jambe, par exemple), mais encore sur l'ensemble du membre, sans chercher à en modifier l'altitude.



Fig. 1. — La grande écharpe. Elle maintient et immobilise le bras droit fracturé.

corps, en laissant le ventre libre.

C. Fracture du crâne. — On ne doit s'en occuper que s'il y a hémorragie, mais il faut craindre d'enfoncer les os brisés. Se contenter d'appliquer un pansement à plat et le maintenir avec une bande.

N'oubliez jamais que le traitement proprement dit des fractures relève uniquement du médecin.

2. Entorses et luxations.

Ces accidents se produisent quand les os sont soumis à une action violente au voisinage de leur articulation.

Dans l'**entorse**, les os, en s'écartant l'un de l'autre, tirent sur les ligaments qui les maintiennent en contact et peuvent même les arracher plus ou moins complètement, mais ils restent en place. Il y a douleur, les mouvements sont gênés, mais l'articulation, qui enflé, peut encore fonctionner.

Dans la **luxation**, l'un des deux os n'est plus à sa place normale (fig. 3). Il en résulte une déformation et une attitude anormale du membre.

Dans aucun cas, il ne faut tenter de soigner soi-même ces accidents. On peut, en attendant le médecin, calmer la douleur en allongeant le

On soutient un membre supérieur brisé avec une serviette pliée en écharpe, dont le milieu supporte l'avant-bras et la main, et dont les extrémités s'attachent derrière le cou (fig. 1). On immobilise l'ensemble avec une bande d'étoile appliquée transversalement sur la poitrine.

Pour les membres *inférieurs*, il faut avant tout empêcher le blessé de se relever, et le transporter couché. A défaut de brancard, l'ensemble des segments du membre brisé doit être transformé en un tout rigide à l'aide de tuteurs (cunes, manches à balais, planchettes...) fixés par des bandes et immobilisant toutes les articulations (pied, genou, hanche) (fig. 2).

B. Fracture des côtes. — On peut les craindre quand la respiration et la toux deviennent extrêmement douloureuses. Serrer la poitrine avec une serviette ou un bandage de

blessé, s'il s'agit des membres inférieurs, en appliquant une écharpe

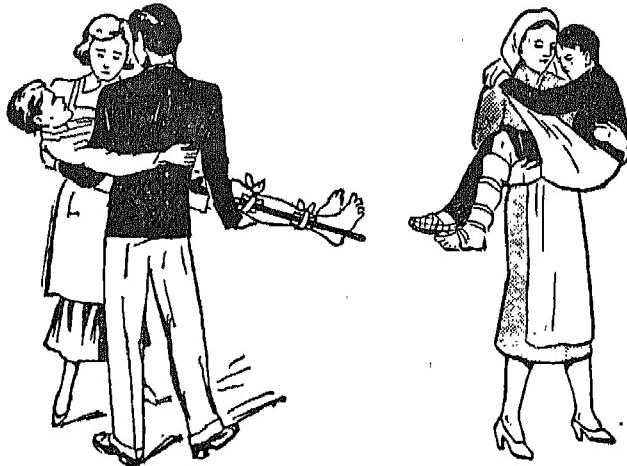
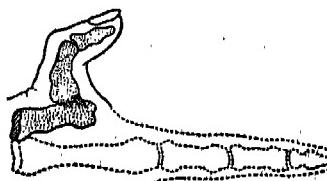


Fig. 2. — Transport d'un blessé des jambes. A gauche, transport par une seule personne. Une écharpe aide à soutenir le blessé. A droite, transport par deux personnes. La jambe cassée a été immobilisée par une attelle de fortune.

s'il s'agit des membres supérieurs, ou en baignant dans l'eau chaude les parties lésées (cheville, poignet...).

Dans le cas d'une luxation, ne cherchez jamais à remettre vous-même les os en place ; vous risqueriez de la rendre irréductible par des moyens simples.



B. — Soins aux plaies.

Les hémorragies.

Fig. 3. — Luxation du pouce.
Les phalanges débordées n'occupent plus leur position normale.

Vous avez appris que le sang quitte le cœur par des artères qui, dans les organes, se ramifient en capillaires, fins comme des cheveux. Les capillaires se réunissent ensuite pour former les veines, qui ramènent le sang au cœur (fig. 4).

Les artères sont des vaisseaux élastiques dans lesquels le sang circule sous pression. Les veines, au contraire, sont flasques et la pression sanguine y est beaucoup plus faible. Retenez bien cette différence ; elle

vous fera comprendre pourquoi les hémorragies n'ont pas toutes la même gravité.

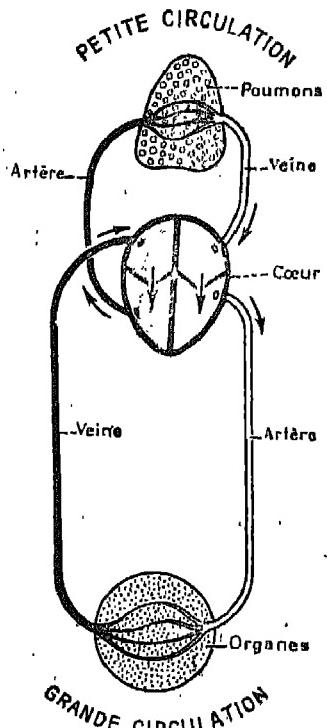


Fig. 4. — Schéma de la circulation du sang chez l'Homme.



Fig. 5. — Hémorragie artérielle. Le sang jaillit, rouge vermeil, par jets saccadiés.

cessé de couler, on fixe le bâton (avec une ficelle liée autour du membre),

1. Conduite à tenir devant une hémorragie.

Puisqu'ils irriguent tous les organes, les vaisseaux sanguins sont lésés par les blessures les plus légères. Dans la plupart des cas, la lésion provoque un faible écoulement de sang qui ne tarde pas à cesser. Il suffit alors de prévenir l'infection par quelques mesures qui seront étudiées plus loin. Mais parfois un gros vaisseau est sectionné, il y a écoulement abondant de sang : c'est l'hémorragie.

A. Les hémorragies artérielles sont graves : elles nécessitent une intervention rapide sous peine de mort. — On les reconnaît à ce que le sang jaillit, rouge vermeil, par jets saccadiés (fig. 5). Dans ce cas, il faut appeler d'urgence le médecin.

En l'attendant, on arrête l'écoulement du sang par la pose d'un garrot ou par la compression.

a) Le garrot comporte l'application, entre le cœur et la plante, d'un lien que l'on serre jusqu'à interruption de la circulation. A défaut d'une bande de caoutchouc, on peut prendre une corde, une serviette ou un grand mouchoir plié. On entoure la membre de ce lien, puis on passe, à une extrémité, un bâton avec lequel on serre en tournant. Une compresse empêche les lésions de la peau (fig. 6, 1). Quand le sang

caoutchouc, on peut prendre une corde, une serviette ou un grand mouchoir plié. On entoure la membre de ce lien, puis on passe, à une extrémité, un bâton avec lequel on serre en tournant. Une compresse empêche les lésions de la peau (fig. 6, 1). Quand le sang

de façon que le lien ne se desserre pas (fig. 6, II).

Le garrot ne doit pas être laissé trop longtemps en place : sinon, le membre risque d'être détruit ensuite par la gangrène. Ce n'est qu'une mesure d'extrême urgence, qui permet d'assurer le transport immédiat chez le médecin.

b) La compression ne présente pas les mêmes dangers que le garrot. Elle est d'ailleurs seule utilisable dans le cas des blessures à la tête. On presse fortement, avec les doigts, sur le trajet de l'artère sectionnée. La fig. 7 montre comment on peut arrêter ainsi une hémorragie à la tête (A) et à la cuisse (B).

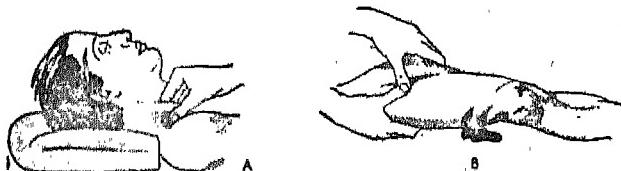


Fig. 7. — Arrêt d'une hémorragie artérielle par compression.
A, compression au niveau du cou, pour arrêter une hémorragie à la tête.
B, compression au niveau de l'aïne, pour arrêter une hémorragie à la cuisse.

B. Les hémorragies veineuses sont souvent sans gravité. — Le sang, de coloration foncée, sort, soit en bavant, soit en jet continu non saccadé (fig. 8). Pour l'arrêter, il suffit d'élever le membre le plus haut possible et d'exercer une compression modérée autour de la plante.



Fig. 8. — Hémorragie veineuse
Le sang noir s'écoule de la blessure calmement, sans jaillir.

2. Apprenez à soigner une plaie.

Le double danger des plaies, c'est l'hémorragie et l'infection. Vous venez d'apprendre à lutter contre l'hémorragie. Voyons maintenant comment éviter l'infection.

Dites-vous bien que, quelle que soit l'origine de la plaie (plaquée, coupure ou contusion), une souillure initiale est inévitable. Mais comme ses effets ne se manifesteront qu'au bout de quelques heures, il est possible d'intervenir à temps. Encore faut-il ne pas introduire d'autres germes microbiens par un geste maladroit (plaie touchée avec des mains malpropres, lavage avec de l'eau non stérilisée, objets de pansement souillés, etc...).

Voici comment vous devez opérer :

A) Procédez à un lavage soigneux de la peau avoisinant la plaie. — Elle porte des microbes qui viendraient s'ajouter à ceux introduits par l'objet vulnérant.

Lavez vos mains avec soin, brossez vos ongles avec de l'eau et du savon, puis savonnez largement le pourtour de la plaie. Pour cela, n'employez pas d'éponge, mais des tampons d'ouate ou de gaze bouillis ou stérilisés, à défaut un linge fraîchement lessivé.

B) Stérilisez la plaie elle-même, mais avec précautions. — Pour cela faites-y couler un filet d'eau oxygénée, dont vous avez imprégné un tampon d'ouate que vous pressez entre vos doigts.

Vous pouvez aussi appliquer une couche d'un antiseptique : mercurochrome ou teinture d'iode. N'employez jamais une trop grande quantité de teinture d'iode, surtout ne laissez jamais un tampon imprégné de ce liquide sur la plaie ou sur la peau. Attendez que l'évaporation de la teinture d'iode (rendue visible par sa décoloration) soit presque complète avant de couvrir la plaie de son pansement.

D'ailleurs, il faut toucher à la plaie elle-même le moins possible. Si elle est simple et nette, l'écoulement du sang et de la lymphe entraîneront les microbes au dehors. Si elle est déchiquetée, anfractueuse, et surtout souillée de terre, il faut avoir recours au médecin qui, seul, saura pratiquer un « épulchrage » et fera, s'il y a lieu, une injection de sérum antitétanique.

C) S'il y a lieu, appliquez un pansement protecteur sur la plaie. — Ce pansement comprendra :

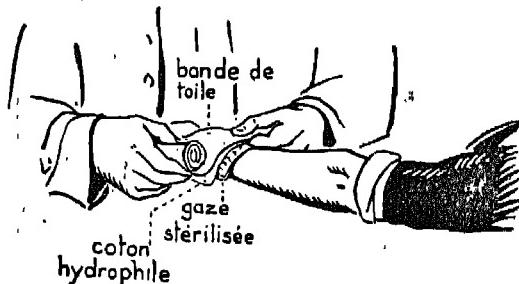


Fig. 9. — Pansement d'une plaie.

prélevera en profondeur si le paquet est déjà ouvert. Cette couche de coton doit avoir plusieurs centimètres d'épaisseur, afin de retenir les poussières de l'air.

1^e un carré de gaze stérilisée, plié en plusieurs épaisseurs. Cette gaze doit être prélevée dans un paquet neuf, avec une pince stérilisée. A défaut, tremper la gaze dans de l'alcool à 90°, ou bien prendre un morceau de toile fine, lessivée, qu'on repasse avec un fer très chaud jusqu'à ce qu'il rouuisse.

2^e une couche épaisse d'ouate stérilisée, qu'on ouvrira. Cette couche de

3^e une bande de toile non imperméable, pour maintenir le pansement en place (fig. 9).

3. En cas de brûlure.

Les brûlures peuvent être produites par le contact de corps trop chauds (eau bouillante, liquides enflammés...) avec la peau. Des lésions de même ordre sont parfois provoquées par des substances chimiques (caustiques, acides, iodé mal appliqué...).

On classe les brûlures en trois degrés :

1^{er} degré : simple rougeur de la peau. C'est le cas de la brûlure par coup de soleil.

2^e degré : il apparaît des ampoules, pleines de liquide. Exemple : brûlure par de l'eau bouillante.

3^e degré : il y a altération profonde des tissus.

Quel que soit le degré de la brûlure, les effets seront d'autant plus grands que son étendue est plus considérable. Une brûlure du premier degré peut être mortelle si elle couvre la moitié du corps.

Dans tous les cas, voici la marche à suivre pour soigner une personne brûlée.

A. Avant toute chose, il faut supprimer la cause de la brûlure. — Si les vêtements sont enflammés, roulez le blessé dans un drap, une couverture, un tapis et versez de l'eau en abondance sur lui.

Si la brûlure est provoquée par un acide : lavez avec de l'ammoniaque très étendue. Si elle est causée par de la potasse ou de la soude : lavez avec du vinaigre étendu d'eau.

B. Ensuite, il faut calmer la douleur et éviter la suppuration. — Déshabillez le blessé avec beaucoup de précautions. Nettoyez les alentours de la plaie, comme il a été indiqué au paragraphe précédent.

Appliquez sur la brûlure une solution saturée d'acide picrique ou du linge oléo-calcaire (mélange d'huile et d'eau de chaux) qui est très adoucissant.

Dans tous les cas, il faut éviter de couvrir d'un pansement la plaie brûlée. Les fils de la gaze du pansement provoquent de la suppuration et retardent la cicatrisation de la plaie. Si celle-ci est étendue, on peut la mettre à l'abri de l'air par une couche de collodion.

Si la brûlure est grave, appelez d'urgence le médecin, tout en donnant les soins provisoires énumérés ci-dessus.

III. — RÉSUMÉ

En cas d'accident : rassurez le blessé, éloignez les curieux, et donnez les soins d'urgence appropriés.

1. En cas de fracture : immobilisation de la partie blessée. Appeler le médecin.
2. Entorse ou luxation : immobilisation et, si possible, bain dans l'eau chaude. Appeler le médecin.

3. Hémorragie artérielle : compression pour arrêter l'hémorragie ou pose d'un garrot entre le cœur et la blessure. Appeler de toute urgence un médecin.

4. Hémorragie veineuse : faire un pansement. Appeler le médecin.

5. Pour faire un pansement : a) après avoir nettoyé parfaitement mains et ongles, laver le pourtour de la plaie ; b) stériliser celle-ci (eau oxygénée, teinture d'iode, mercurochrome) ; c) appliquer une gaze stérile ; d) recouvrir la gaze d'une épaisse couche d'ouate ; e) maintenir le tout en place avec une bande de toile.

En cas de plaie profonde, anfractueuse ou souillée de terre, appeler le médecin.

6. En cas de brûlure : dégager la plaie et appliquer une solution saturée d'acide picrique ou du liniment oléo-calcaire. Si la brûlure est profonde ou étendue, appeler le médecin.

IV. — CONSEILS PRATIQUES

1. La pharmacie de famille.

Pour venir rapidement en aide à une personne blessée, il faut avoir sous la main tous les produits nécessaires. Ceux-ci doivent être tenus dans une petite pharmacie familiale, où l'on rangera également quelques médicaments d'usage courant.

A. — Organisation de la pharmacie.

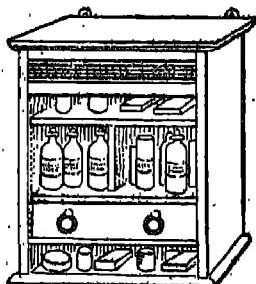


Fig. 10. — La pharmacie familiale.

produits en bon état, dont le mode d'emploi est parfaitement connu. On doit en rejeter tous les produits trop vieux, ainsi que les restes de potions achetées pour guérir une ancienne maladie.

B. — Composition de la pharmacie.

Voici une liste de produits, classés par mode d'utilisation, et qu'il faut

a) Tous les produits sont rassemblés dans une petite armoire fermant à clef (fig. 10) placée dans un endroit frais, sec, clair, bien aéré.

La clef demeurera suspendue près de l'armoire, hors de la portée des enfants.

b) La ménagère n'y range rien d'autre, par crainte d'erreur.

c) Les rayons ont des tablettes peu profondes, recouvertes de verre si possible.

d) Des boîtes en fer-blanc servent à abriter les produits de l'humidité, de la lumière, de la poussière.

e) Toutes les boîtes, flacons ou paquets sont munis d'étiquettes bien lisibles.

On ne conservera dans la pharmacie que des

produits en bon état, dont le mode d'emploi est parfaitement connu. On doit en rejeter tous les produits trop vieux, ainsi que les restes de potions achetées pour guérir une ancienne maladie.

placer dans la pharmacie de famille. Pour chacun d'eux, on notera le mode d'emploi et la durée de conservation.

1^e Pour les bleus. a) Antiseptiques : *eau oxygénée*, emploi : pure, conservation limitée (tenir au frais, en flacon bien bouché). *Tincture d'iode*, emploi : pure, avec précaution ; conservation : illimitée¹, en flacon bouché à l'ameri (bouchon de verre). *Alcool à 90%*, emploi : pur ; conservation : illimitée. *Mercurochrome*, emploi : pur en attouchements, pour blessures superficielles ; conservation : illimitée.

b) Matériel de pansement : *coton hydrophile*, *gaze* ou *toile repassée* jusqu'à jaunissement ; *tulle gras*, ou simplement tulle imbibé d'huile pour éviter le collage ; *bande crêpe élastique*, avec *épingles de nourrice*.

2^e Pour les contusions. *Tincture d'arriaca*, *eau blanche* à employer pures, en compresses fréquemment renouvelées. Conservation : indéfinie.

3^e Pour les brûlures. 1^{er} degré (rougeur). *Solution concentrée d'acide picrique*, à employer en attouchements ; conservation : illimitée.

2^e degré (cloques). *Liniment oléo-calcaire*, *tulle gras*.

3^e degré (plaies). *Collodion* (en attendant le médecin).

4^e Rhumes, maux de tête et de gorge. *Comprimés d'aspirine* (dose maximum 6 comprimés en 24 heures). *Rhum*, pour gros. *Tilleul, quatre fleurs, camomille* pour tisanes (voir plus loin 22^e leçon). L'infusion de camomille peut servir au lavage des yeux fatigués. *Farine de lin*², conservation : illimitée. *Farine de moutarde*, conservation : très limitée, à tenir au sec en boîte métallique bien close.

5^e Saignements de nez. *Eau oxygénée* : tampons d'ouate de laine de 15 mm qu'on laisse en place, le plus longtemps possible dans la narine. *Farine de lin* saturée d'*antipyrine* : même mode d'emploi ; conservation : illimitée.

6^e Piqûres d'insectes. *Vinaigre, huile végétale*, à employer purs, en attouchements ; conservation : 1^{er} et 2^e degré, 15 jours ; 3^e degré, 1 mois.

7^e Assainissement des locaux. *Feuilles d'eucalyptus* : une poignée dans une casserole d'eau bouillante.

8^e Irritations de la peau. *Talc, vaseline en tube*. Conservation : illimitée.

9^e Accessoires divers. *Thermomètre médical, ventouses, bassin, boîte et poire pour lavements, seringue et aiguilles pour injections*.

2. Conduite à tenir en cas de morsure de Vipère.

Quand une personne est mordue par une Vipère, il faut, avant toute chose, la mettre au repos et la rassurer.

Inutile de couper, de cisailier, de cautériser ou de brûler la plaie. Toutes ces manœuvres barbares risquent d'infecter la plaie et d'aggraver la morsure. On peut, immédiatement après la morsure, poser une ligature élastique à 5 ou 10 centimètres de la blessure, du côté du cœur. Mais il faut serrer sans excès.

1. Depuis la nouvelle fabrication de 1937.

2. Les indications concernant l'emploi de ces produits sont données dans la 22^e leçon, p. 172 et 173.

Le seul traitement efficace consiste à injecter sous la peau 10 centimètres cubes de serum antivenimeux (préparé par l'Institut Pasteur et vendu dans les pharmacies des régions où les Vipères sont abondantes).

Si on n'a pas le sérum sous la main, on transportera le malade à l'endroit le plus proche où un médecin pourra le soigner. En attendant ce dernier, on appliquera sur la morsure des enveloppements chauds et on donnera au sujet mort du lait, valles rapprochées, des boissons chaudes et sucrées (thé, café ou vin éikené d'eau).

21^e LEÇON

LE THERMOMÈTRE MÉDICAL. LA FIÈVRE

I. — OBSERVATIONS

1. Observez un thermomètre médical : réservoir et colonne remplies de mercure ; échelle graduée en 1/10 de degrés, de 35° à 42° ; enveloppe protectrice de verre.
Remarquez l'*étranglement* à la base de la colonne. Dites quel est son rôle dans le fonctionnement de ce *thermomètre à maxima*. Pour le comprendre, chauffez la cuvette du thermomètre dans votre main et suivez la marche du mercure dans la colonne. Laissez ensuite refroidir. Que fait le mercure au niveau de l'étranglement ?
2. Apprenez à utiliser un thermomètre médical. Amorçage, mise en place de l'appareil, lecture.
3. Observez une feuille de température. A quoi correspondent les différentes lignes horizontales et verticales ? Placez sur cette feuille, dans les colonnes de deux jours consécutifs, les points correspondants aux températures suivantes : matin : 36°7 ; soir : 37°3 ; matin : 38°3 ; soir : 39°6.

II. — LEÇON

De tous les instruments qu'un médecin emploie pour apprécier l'état de son malade, aucun n'est plus utile que le thermomètre. Dans la famille, c'est également le thermomètre médical qui indique la conduite à tenir en cas de maladie. La température du malade est-elle normale ? Il n'est généralement pas urgent de consulter le médecin. Par contre, a-t-on constaté une élévation de sa température, il faut l'appeler sans plus attendre.

A. — *Le thermomètre médical.*

1. Le thermomètre médical est un thermomètre à maxima..

Sa cuvette allongée, remplie de mercure, est surmontée d'une colonne fine, protégée par une enveloppe de verre (fig. 1). Dans cette enveloppe, le long de la colonne, on a disposé une tablette de porcelaine, graduée en degrés et dixièmes de degrés (de 35° à 42°) : c'est l'*échelle thermométrique*.

Le canal que présente la colonne dans toute sa longueur est étranglé.

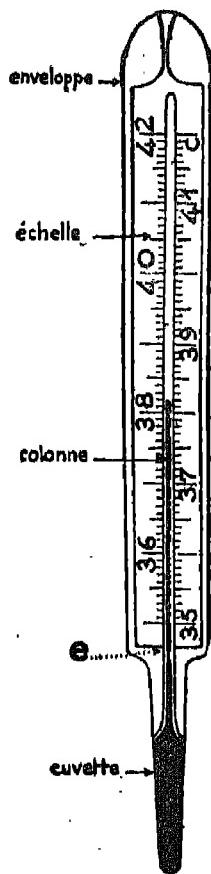


Fig. 1. — Un thermomètre médical. e, étranglement de la colonne de mercure.

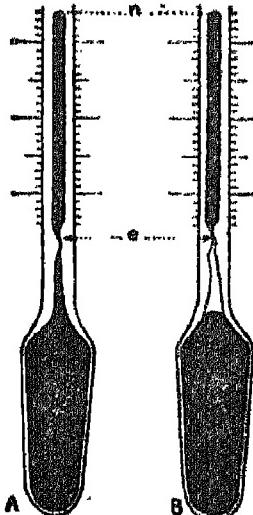


Fig. 2. — Fonctionnement du thermomètre médical.
A, le mercure du réservoir se dilate, il franchit aisément l'étranglement e, à la base de la colonne.
B, le mercure du réservoir se contracte, l'étranglement gêne la descente du mercure contenu dans la colonne. Celle-ci se rompt en e. Elle indique donc la niveau maximum atteint par le mercure, en n.

à sa base. Quand le mercure de la cuvette s'échauffe, il se dilate et franchit aisément cet étranglement. — La cuvette vient-elle à se refroidir ? Le mercure se contracte. Mais l'étranglement gêne sa descente et une coupure se produit en cet endroit (fig. 2). Ainsi, la colonne de mercure

située au-dessus de l'étranglement reste au niveau qu'elle avait atteint. Elle permet donc de lire la *température maximum* atteinte par la cuvette du thermomètre.

2. Comment utilise-t-on le thermomètre médical ?

Regardez tout d'abord si la colonne de mercure ne dépasse pas la plus basse graduation. Sinon, il faut l'y ramener.

Pour cela, saisissez l'instrument par son extrémité supérieure, opposée à la cuvette, puis, en évitant le voisinage des meubles, secouez-le d'un geste sec, comme une ménagère secouant son panier à salade (fig. 3).

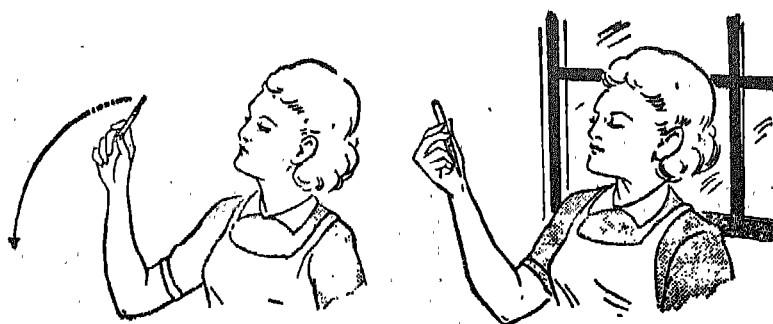


Fig. 3. — Emploi du thermomètre médical.
A gauche, l'infirmière secoue le thermomètre pour faire descendre le mercure de la cuvette et le ressouder à celui du réservoir.
A droite, elle lit la température du malade. Elle s'est placée le dos à la fenêtre, pour que le thermomètre soit bien éclairé.

Vaselinez ensuite la cuvette et introduisez-la dans le rectum du malade, par l'anus, en laissant le tube au dehors. Pour faciliter l'opération le malade se couchera sur le côté, en chien de fusil. Laissez le thermomètre en place 2 minutes.

Pour lire la température, placez-vous en bonne lumière, le dos tourné à une fenêtre (fig. 3). Vous ne verrez pas tout de suite la colonne de mercure. Tournez alors lentement le thermomètre entre vos doigts. Pour une certaine position de l'instrument, la colonne de mercure apparaîtra très nette. Il ne vous reste plus qu'à lire la graduation de l'échelle, en face du niveau atteint par le mercure.

Le thermomètre médical est un instrument fragile. Après lecture, lavez-le, secouez-le pour faire redescendre le mercure dans la cuvette. Et, pour éviter qu'il ne se brise, placez-le dans son étui métallique.

B. — La température du corps humain.

1. Animaux « à sang froid », animaux « à sang chaud ».

Parmi les animaux pourvus d'un squelette interne, ou Vertébrés, les *Poissons*, les *Batrachiens*, les *Reptiles* ont une température variable, c'est-à-dire supérieure d'un à deux degrés à celle du milieu où ils vivent. Cette température est généralement inférieure à la nôtre. Aussi, quand nous touchons un de ces animaux, éprouvons-nous une sensation de froid. C'est pourquoi on les appelle des animaux « à sang froid ». Ce terme est, en réalité, peu correct ; un Lézard, au soleil, en été, est plus chaud que nous. On doit donc dire : *animaux à température variable*.

Les *Oiseaux* et les *Mammifères* ont, par contre, une température constante, c'est-à-dire indépendante du milieu ambiant. Qu'il fasse chaud ou qu'il gèle, le corps d'une Poule est toujours à 39° environ, celui d'un Homme voisin de 37°.

2. La température du corps humain varie peu autour de 37°.

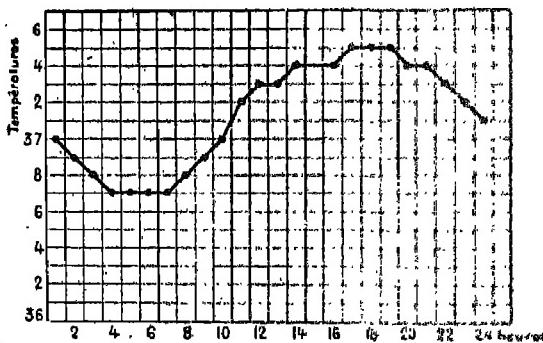


Fig. 4. — Courbe de température d'une personne saine.

5 heures du soir. Mais elle ne s'écarte que de quelques dixièmes de part et d'autre de 37°.

De telles variations sont normales. Tant que la température du soir ne dépasse pas 37°5, il n'y a pas de fièvre.

3. Comment se fait la régulation thermique.

Les animaux « à sang froid » s'engourdissent l'hiver. Grâce à notre

La fig. 4 vous montre les variations de la température rectale d'une personne saine, prise d'heure en heure comme il a été indiqué plus haut. Vous remarquerez qu'elle n'est pas absolument constante. Elle passe par un minimum vers 5 heures du matin, par un maximum vers

température constante, nous pouvons maintenir notre activité en toute saison. Mais cela est un luxe qu'il faut payer en luttant contre toutes les causes de refroidissement et d'échauffement.

a) **Lutte contre le refroidissement.** — Quand la température extérieure baisse, nous réagissons en réduisant, autant que possible, toute déperdition de chaleur. Dans toutes les régions découvertes du corps, la peau se vide de sang et pâlit : ainsi le sang ne vient plus se refroidir au contact de l'air. Nous nous protégeons à l'aide de vêtements plus nombreux, et mauvais conducteurs de la chaleur (vêtements de laine).

De plus, il nous faut manger davantage, parce que les *combustions respiratoires*¹ deviennent plus intenses, principalement dans le foie et les muscles. Ceux-ci frissonnent : les frissons sont des contractions d'un type très spécial qui s'accompagnent de combustions respiratoires très actives, dégageant beaucoup de chaleur.

b) **Lutte contre l'échauffement.** — Elle se déclenche quand la température extérieure dépasse 20°, ou quand la température interne tend à s'élèver par suite d'un travail trop intense, l'absorption d'aliments brûlants...

Le sang affue à la peau, qui rougit et dégage davantage de chaleur. Cette perte de chaleur est facilitée par le port de vêtements bons conducteurs (toile), moins nombreux et plus légers.

Les combustions respiratoires sont ralenties : l'appétit diminue. On apprécie les boissons fraîches qui absorbent de la chaleur en s'échauffant dans l'organisme. On éprouve davantage le besoin de repos musculaire.

Enfin, la transpiration devient très active. La sueur est sécrétée en abondance. En s'évaporant, elle enlève de la chaleur à la peau.

4. Quand la température se dérègle.

C'est le *système nerveux* qui règle les mécanismes de production de chaleur (combustions respiratoires) et les mécanismes de déperdition (afflux du sang à la peau, transpiration), de façon, que la température du corps reste constante.

Au cours des maladies microbiennes, le système nerveux, intoxiqué par les poisons microbienns, réagit souvent en réglant la température du corps à une valeur trop élevée : c'est alors la *fièvre*.

La fièvre est le plus sûr indice d'une infection microbienne : c'est pourquoi il importe de prendre la température des malades.

5. Sachez construire une courbe de maladie.

Dans certaines conditions anormales, la température peut descendre au-dessous de 36°. Au-dessus de 37°5 commence la fièvre qui peut atteindre 41° et même dépasser 42° dans des cas exceptionnels.

Mais les indications données par le thermomètre valent moins par

1. Revoir la 8^e leçon, p. 55.

elles-mêmes que par la façon dont elles se succèdent. Leurs variations caractérisent les différents types de fièvres (fièvre continue, fièvres intermittentes, etc...).

Pour permettre au médecin d'apprécier d'un coup d'œil ces variations, on prend la température du malade régulièrement, deux fois par jour, à heures fixes : 7 heures du matin et 5 heures du soir, par exemple.

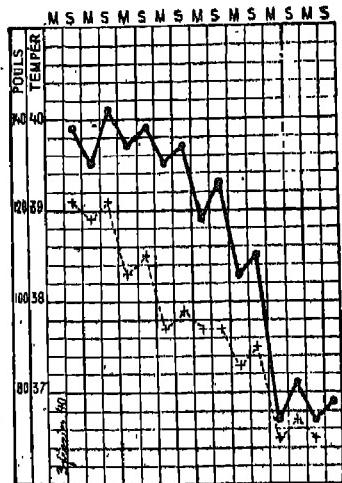


Fig. 5. — Courbe de température d'un malade.

On réunit par des lignes les points correspondants aux températures prises chaque matin et chaque soir. Sur la même feuille, on a tracé, en traits interrompus, la courbe des variations du pouls. On remarquera que, dans l'ensemble, cette dernière suit à peu près les mêmes fluctuations que la courbe des températures.

sous de l'étranglement :

b) introduire la cuvette vaselinée dans le rectum, par l'anus, et maintenir le thermomètre en place pendant au moins 2 minutes ;

c) lire le niveau supérieur atteint par le mercure dans la colonne, on se plaçant le dos à une fenêtre. Ensuite, nettoyer et ranger le thermomètre.

3. Les températures des malades doivent être prises régulièrement matin et soir. Elles sont figurées par des points sur un papier quadrillé spécial. En réunissant tous les points par des traits, on obtient une ligne brisée qui renseigne le médecin sur l'évolution de la maladie.

On reporte chaque température sur un papier quadrillé spécial, par un point placé dans la colonne horizontale correspondant à la température et dans la colonne verticale correspondant à la date de l'observation (matin : M ou soir : S). On réunit ensuite par des lignes les points successifs : le tracé obtenu constitue la *courbe de la maladie* (fig. 5).

C'est en examinant cette courbe que le médecin se fait une idée de la marche de la maladie et des réactions du malade. Il faut donc la lui présenter à chacune de ses visites.

III. — RÉSUMÉ

1. Le thermomètre médical est un thermomètre à maxima gradué en degrés et dixièmes de degrés entre 35° et 42°. Sa colonne présente un étranglement qui empêche le mercure de redescendre.

2. Pour prendre la température d'un malade il faut :

a) secouer le thermomètre pour faire redescendre le mercure au-dess-

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Prenez, pendant plusieurs jours, matin et soir (7 heures et 17 heures), votre température avec un thermomètre médical. Reportez-les sur un papier quadrillé : aspect de la courbe obtenue.

2. La *fréquence du pouls*, c'est-à-dire le nombre des pulsations qu'on perçoit au poignet pendant une minute (fig. 6), suit assez régulièrement la courbe de température (fig. 5). Prenez votre pouls, matin et soir, en même temps que votre température et comparez les courbes obtenues.

3. Au début d'une maladie, quand la fièvre s'installe, on éprouve une sensation de froid, des *frissons*. À la fin, quand la fièvre tombe, on éprouve une sensation de réchauffement, on *transpire*. Pouvez-vous expliquer cela en vous appuyant sur ce que vous avez appris dans le paragraphe 4 de cette leçon ?

4. *Les Chiens n'ont pas de glandes sudoripares* ; ils ne peuvent donc suer. Examinez un Chien échauffé par une longue course, ou dormant près d'un poêle. Notez son aspect, sa langue pendante, l'accélération de son rythme respiratoire. Voyez-vous une cause à ces divers phénomènes ?

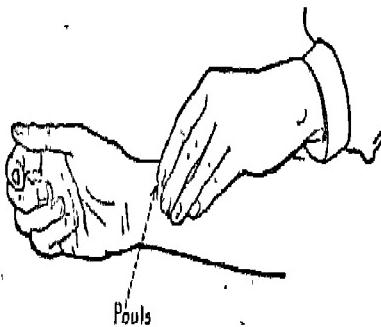


Fig. 6. — On prend le pouls au poignet.

22^e LEÇON

SOINS A DONNER AUX MALADES

I. — OBSERVATIONS

1. Observer le matériel de la pharmacie familiale susceptible d'être utilisé en cas de maladie : plantes médicinales pour tisanes, produits pour frictions, pour cataplasmes, sinapismes, inhalateur, bock pour lavement, ventouses, seringue et aiguille pour injections hypodermiques.
2. Préparer une infusion de tilleul, une bouillie de ferine de lin ou de féculle, pour faire un cataplasme.
3. Principe du fonctionnement de la ventouse. S'exercer à poser une ventouse (voir la leçon).
4. Faire les différentes opérations préparatoires à une injection hypodermique : démontage de la seringue, stérilisation par l'eau bouillante, remontage. Précaution d'asepsie.

II. — LEÇON

Vous pourrez, quelque jour, avoir à soigner l'un des vôtres. Vous devez alors savoir organiser la chambre de votre malade, lui faire prendre ses médicaments, donner les soins prescrits par le médecin, en un mot devenir le précieux auxiliaire de ce dernier.

A. — *L'infirmier et son malade.*

En dehors de tout traitement médical, certaines règles d'hygiène doivent toujours être observées.

1. La chambre du malade.

Elle doit être spacieuse, silencieuse, isolée. Les autres personnes de la maison ne doivent pas la traverser pour vaquer à leurs occupations.

La lumière solaire doit y pénétrer largement : vous savez qu'elle tue les microbes.

Débarrassez cette pièce de tout mobilier encombrant et inutile qui gênerait le nettoyage. Celui-ci doit être pratiqué quotidiennement ; une scrupuleuse propreté est indispensable. Ne soulevez pas de poussière : essuyez les meubles avec un chiffon légèrement humide, balayez le sol .

après avoir répandu de la sciure de bois imprégnée d'un liquide antisceptique¹; mieux encore usez d'un aspirateur.

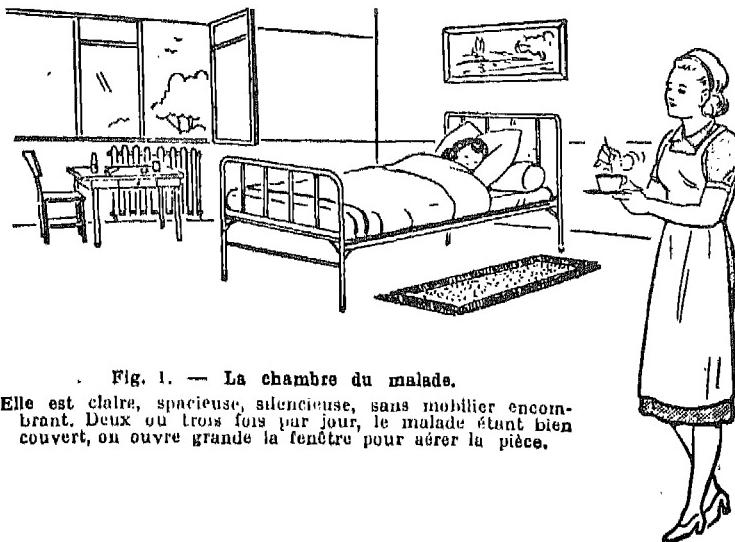


Fig. 1. — La chambre du malade.

Elle est claire, spacieuse, silencieuse, sans mobilier encombrant. Deux ou trois fois par jour, le malade étant bien couvert, on ouvre grande la fenêtre pour aérer la pièce.

Que la *température* soit douce, ni trop basse, ni trop élevée : la meilleure est de 16° à 18°. Assurez une *bonne aération* : évitez les courants d'air, mais, deux ou trois fois par jour, ouvrez grande la fenêtre pendant quelques minutes, après avoir couvert votre malade pour qu'il ne prenne pas froid.

2. La tenue du malade.

Que celui-ci soit toujours propre. Changez son linge régulièrement. Faites sa toilette chaque matin : vous lui procurerez ainsi un peu de bien-être.

Refaites son lit tous les jours. Evitez que les draps ou le linge ne fassent des plis. Le contact prolongé de certaines parties du corps (bas du dos, talons) avec le lit peuvent produire, chez quelques malades, une irritation, puis des ulcérations, dites *eschares*². Surveillez donc ces régions : à la moindre rougeur, nettoyez-les, séchez-les et poudrez-les

1. Tel que du crésyloï sodique (vulgairement : *crésyl*).

2. *Eschares* : prononcez « escharas ».

de talc. Au besoin, évitez ces contacts douloureux en interposant un rond de caoutchouc gonflé d'air.

Si le malade est incapable de se lever pour aller à la toilette, il faudra recueillir ses déjections dans un *bassin plat*. Celui-ci doit être tenu très propre. Ne le rangez pas dans un endroit douteux, comme le sol des cabinets, où il recevrait des souillures.

Pour le placer, faites flétrir les jambes du malade, aidez-le à se soulever tandis qu'il prend appui sur les talons, puis glissez le bassin sous le siège.

Ensuite videz le bassin et désinfectez-le comme il a été dit à la 17^e leçon.

3. Les qualités d'un bon garde malade.

Soyez propre. Dans la chambre du malade, revêtez une blouse que vous quitterez en sortant pour vaquer à d'autres travaux. Avant et après les soins, lavez-vous les mains soigneusement, avec du savon : *songez à votre propre santé*.

Soyez vigilant. C'est vous qui appliquerez les remèdes prescrits par le médecin. Acquittez-vous scrupuleusement de cette tâche, avec douceur et fermeté. Les malades aiment qu'on s'occupe d'eux : satisfaites leurs désirs, chaque fois que ceux-ci ne risquent pas de devenir nuisibles. Dans le cas contraire, ne vous laissez pas émouvoir : *la guérison seule importe*.

Evitez le bruit. Pas de longues conversations avec le malade ou devant lui. Ecartez le plus possible les visites importunes de parents ou d'amis. Conservez un visage tranquille, soyez calme, sachez soutenir et ranimer le courage de la personne confiée à vos soins : *guérir exige un bon moral*.

4. Devant le médecin.

Ayant la visite, préparez la courbe de température, une serviette propre pour l'auscultation et, sur une table, tous les accessoires nécessaires.

A l'arrivée du médecin, allez à sa rencontre. A voix peu élevée, faites lui sobres, et de façon précise, le récit de ce qui s'est passé depuis sa dernière visite.

Pendant son examen, placez-vous devant lui, de l'autre côté du lit. Gardez le silence. Ecoutez attentivement ses prescriptions. Ne l'interrompez pas : quand il aura fini de parler, vous pourrez lui demander les éclaircissements qui vous paraissent nécessaires.

B. — Exercices pratiques.

Quelques soins et interventions d'usage courant¹.

En plus de l'administration des médicaments, certaines petites interventions sont confiées à la garde-malade. Il faut donc apprendre à les pratiquer.

1. Boissons des malades.

En général, les fiévreux doivent boire beaucoup. C'est en urinant d'abondance qu'ils peuvent rejeter les toxines produites par les microbes infectieux. Suivant les prescriptions du médecin, vous aurez à leur administrer divers breuvages : eaux minérales, citronnade, bouillon, tisanes, etc. Voici quelques recettes relatives à leur préparation.

a) Bouillon de légumes. — Prendre une grosse pomme de terre, deux grosses carottes, deux poireaux et un oignon. Laver, éplucher, couper en petits morceaux. Mettre dans un litre d'eau froide légèrement salée et faire bouillir 1/2 heure. Ajouter un peu d'eau chaude pour remplacer celle qui s'est évaporée. Séparer les légumes à la passoire.

b) Tisanes. — De nombreuses plantes renferment dans leurs racines, leurs feuilles, leurs fleurs, leurs graines... des principes actifs qu'on peut extraire par l'eau. Le produit obtenu est une *tisane*. Pour la préparer, on utilisera une eau aussi pure que possible : trop calcaire, elle donnerait un mauvais goût. Pour la même raison, la tisane sera faite dans un récipient en terre ou en porcelaine, plutôt qu'en métal. Suivant le mode de préparation, on distingue les *infusions*, les *décoctions* et les *macérations*.



Fig. 2. — Préparation d'une infusion.

1^o Infusions. — On verse de l'eau bouillante sur la quantité nécessaire de feuilles ou de fleurs sèches (une bonne pincée pour une tasse). On recouvre et on laisse infuser 1/4 d'heure environ (fig. 2). Puis, on verse sur une passoire pour ne conserver que le liquide.

1. Ce paragraphe n'est pas à apprendre par cœur. Il apporte des conseils pratiques et permettra de guider les exercices pratiques sur les soins à donner aux malades.

C'est ainsi qu'avec le *café*, le *thé*, ou fait une boisson tonique c'est-à-dire qui soutient le cœur ; avec le *tilleul* et la *verbena*, on obtient une boisson calmante. La *camomille* et la *menthe* douent les infusions digestives. La *tisane des 17 fleurs*¹ calme la toux ; l'infusion de *fleurs de Bourrache* est pectorale, adoucissante et fait transpirer ; celle de *queues de cerises* est diurétique, c'est-à-dire fait uriner.

2^e Décoctions. — On laisse bouillir dans l'eau les substances végétales, pendant 5 à 10 minutes. Ainsi prépare-t-on avec l'anis étoilé une tisane digestive, avec l'écorce de *Bourdaine*, une tisane laxative.

3^e Macérations. — Elles comportent un contact prolongé, de plusieurs heures, à froid.

Ainsi, par macération des racines de *Gentiane*, dans de l'eau ou du vin, on obtient une boisson apéritive.

2. Frictions.

Elle se font directement, avec la main, ou avec une étoffe rude (anière ou gant de crin) (fig. 3). On peut frictionner à sec ou avec un liquide médicamenteux (alcool camphré, térébenthine...). Les frictions activent la circulation du sang. On les poursuit jusqu'à ce que la peau soit bien rouge.

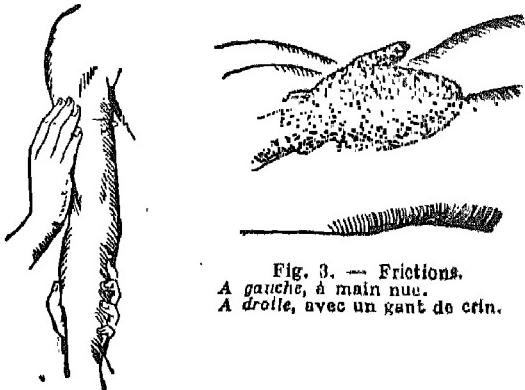
Quelquefois, par

friction, on fait pénétrer dans la peau certains médicaments contenus dans des pommades. Les détails d'application sont alors donnés par le médecin.

3. Cataplasmes.

On les prépare en délayant à chaud certaines farines (lin, fécale, amidon) de façon à en faire une bouillie épaisse destinée à être appliquée sur la peau. Les cataplasmes sont des *révulsifs* qui décongestionnent les organes profonds. Leur préparation varie suivant la farine employée.

1. C'est en réalité un mélange des fleurs de 7 plantes : mauve, guimauve, violette, pied de chat, coquelicot, bouillon blanc, tussilage.



a) **Cataplasmes de farine de lin.** — Délayer la farine dans l'eau froide, en bouillie très claire. Faire chauffer en remuant continuellement jusqu'à ce que la masse ait pris une consistance épaisse. Verser la bouillie obtenue sur un linge fin dont les bords seront rabattus pour former un véritable sachet (fig. 4).



Fig. 4. — Préparation d'un cataplasme.
1 à 4, la bouillie de farine de lin est ensachée dans un linge fin.
À droite, pour ne pas brûler le malade, assurez-vous que le cataplasme n'est pas trop chaud, en le posant sur le dos de votre main.

Avant d'appliquer le cataplasme, il faut s'assurer que sa température n'est pas trop élevée. Pour cela, posez-le sur le dos de votre main et laissez en contact 20 à 30 secondes pour vous assurer qu'il peut être toléré (fig. 4). Placez-le ensuite sur la peau du malade, en le recouvrant d'une serviette. Durée d'application : 20 minutes. Dès qu'il est enlevé, on remplace le cataplasme par une serviette sèche ou un carré de flanelle.

b) **Cataplasmes de féculé.** — Prendre de la féculé dans la proportion d'une cuillère à soupe pour 6 cuillerées d'eau. Délayer la féculé dans le double de son volume d'eau froide, pour avoir une bouillie très claire. Faire bouillir le restant de l'eau. Y jeter le mélange et laisser cuire quelques instants jusqu'à prise en gelée. Opérer ensuite comme précédemment.

4. Sinapismes. Cataplasmes et enveloppements si-napisés.

Le pouvoir révulsif des sinapismes, plus intense que celui des cata-

plasmes, est dû à l'action de certaines substances qui se dégagent de la farine de moutarde quand celle-ci est délayée dans l'eau. Quel que soit le mode d'application, deux précautions importantes sont à observer :

1^e *la farine de moutarde doit être fraîche* : les farines trop vieilles ont perdu leur pouvoir sinapisant.

2^e *l'eau ne doit pas être trop chaude* : l'action révulsive de la farine de moutarde ne se manifeste plus au-delà de 60°.

a) **Cataplasmes sinapisés.** — On prépare un cataplasme de farine de lin et on le saupoudre de farine de moutarde au moment de l'appliquer.

b) **Sinapismes.** — C'est un cataplasme préparé avec de la farine de moutarde délayée dans l'eau tiède. Il existe dans le commerce des sinapismes en feuilles qu'il suffit de mouiller et d'appliquer sur la peau. Ils doivent être conservés en boîte métallique bien close, à l'abri de l'air et de l'humidité.

c) **Enveloppements sinapisés.** — On trempe dans de l'eau tiède, où l'on a fait macérer de la farine de moutarde, une serviette pliée en long. On en enveloppe ensuite les parties à traiter (le thorax, par exemple) et on enroule le malade dans une couverture.

Dans tous les cas, l'application de sinapismes doit être de courte durée et surveillée, surtout chez les enfants, pour éviter de brûler la peau. Il suffit, de temps en temps, de soulever un bord du sinapisme : dès que la peau se montre franchement rouge, l'action recherchée est obtenue, il faut le retirer. La durée moyenne d'application est de 5 minutes, mais elle peut varier suivant la qualité de la farine et la sensibilité des malades.

5. Inhalations.



Fig. 5. — Emploi d'un inhalateur.

Cette pratique permet d'introduire des vapeurs médicamenteuses dans les voies respiratoires. Pour cela, on ajoute à un bol d'eau bouillante la quantité prescrite de médicament. Le malade se place au-dessus et aspire par le nez et la bouche les vapeurs qui se dégagent.

On facilite l'opération par l'emploi d'un *inhalateur* (fig. 5). À défaut de cet appareil, il suffit de placer le malade au-dessus du bol, en lui recouvrant la tête d'une serviette.

6. Ventouses.

Ce sont de petits récipients en verre, à bords épais. Après y avoir fait le vide, on les applique sur la peau, pour attirer le sang de la profondeur.

Pour poser une ventouse, on opère ainsi :

a) Introduire, pendant une seconde, à l'intérieur du récipient, un tampon d'ouate imbibé d'alcool enflammé monté sur un fil de fer (fig. 6, a). Appliquer immédiatement la ventouse sur la peau pour assurer une occlusion parfaite.

L'air chauffé par l'alcool s'est dilaté : une grande partie a quitté la ventouse. Dès que celle-ci est posée, l'air emprisonné dans le récipient se refroidit. La pression à l'intérieur de la ventouse diminue : la peau et la chair sous-jacente y font saillie (fig. 6, c). L'aspiration provoque un afflux de sang dans la peau, de fins capillaires se rompent : cela décongestionne les organes profonds.

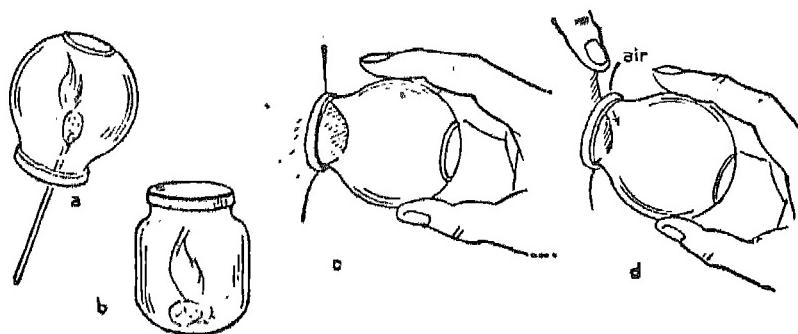


Fig. 6. — Pose d'une ventouse.
a, on chauffe l'air de la ventouse avec un tampon d'ouate imbibé d'alcool enflammé. b, on peut aussi introduire dans le récipient un morceau de coton enflammé. c, pose de la ventouse. d, pour la retirer, on presse la peau près du bord.

A défaut d'alcool, on peut chauffer l'air de la ventouse en y projetant un morceau d'ouate enflammée (fig. 6, b). Dans tous les cas, il faut agir avec précision et rapidité pour éviter de brûler la peau avec l'ouate enflammée ou le bord trop chauffé du verre.

b) Pour retirer la ventouse, on l'incline d'un côté avec une main, tandis que l'autre presse la peau, près du bord, en sens inverse (fig. 6 d). L'air pénètre en sifflant et le récipient se détache en laissant une trace rouge violacée.

La durée d'application des ventouses est de 5 à 10 minutes. Une application trop prolongée produit parfois de douloureuses altérations

de la peau. On peut poser un assez grand nombre de ventouses, toutefois il est prudent de ne pas dépasser 6 pour chaque poumon. On ne doit jamais en appliquer sur les reins.

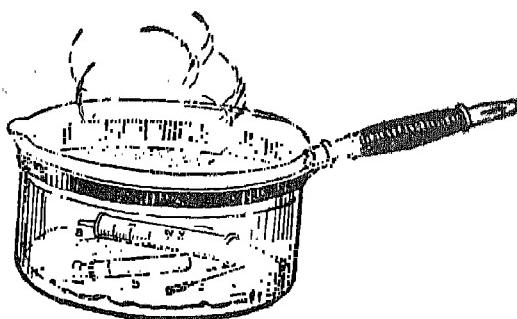


Fig. 7. — Stérilisation de la seringue à injections. On place dans l'eau qu'on fera bouillir, sur une compresse pour éviter les chocs trop rudes contre le fond de la casserole, les différentes parties démontées de la seringue à injections: a, le corps de pompe, b, le piston, c, l'aiguille.

7. Piqûres.

Certains médicaments doivent être introduits directement sous la peau : on les injecte avec une *seringue* munie d'une *aiguille creuse*. Cette opération ne comporte aucun danger, à condition que soient prises toutes les précautions indispensables pour éviter l'infection.

a) Le matériel pour injections. — On emploie, le plus couramment, une *seringue en verre* de 2,5 cm³.

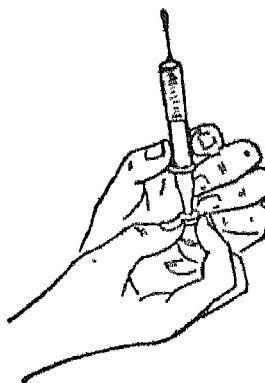
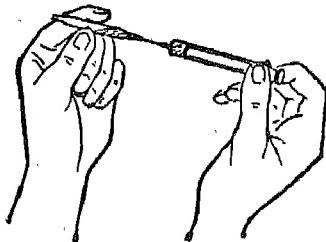


Fig. 8. — Pratique de l'injection. À gauche, remplissage de la seringue avec le médicament. À droite, on chasse l'air contenu dans la seringue et dans l'aiguille.

Son corps de pompe porte une graduation, son piston se termine par un bouton.

L'aiguille, creuse, est généralement en nickel ou en acier inoxydable. Son calibre est variable. Le plus courant est de 6/10 de millimètre de diamètre, pour une longueur de 3 centimètres.

b) **Préparation de l'injection.** — La seringue, démontée en ses deux parties, et l'aiguille sont immergées dans une petite casserole pleine d'eau froide. Celle-ci est ensuite portée à l'ébullition pendant 1/4 d'heure (fig. 7, a).

On enfonce ensuite le piston dans le corps de pompe et on fixe l'aiguille à l'extrémité de celui-ci. Au cours de ces opérations, *on évitera de toucher avec les mains tout ce qui devra avoir contact, soit avec le liquide à injecter, soit avec la peau du malade.*

Le liquide à injecter est généralement contenu dans une ampoule de verre scellée. S'assurer que la fermeture est parfaite. Une ampoule trouvée ouverte doit être rejetée.

Pour remplir la seringue :

1^e Passer un tampon d'ouate alcoolisé sur le verre de l'ampoule. Faire sur l'extrémité un trait de lime et briser le verre à ce niveau par une légère pression.

2^e Tenir l'ampoule de la main gauche, y introduire l'aiguille de quelques millimètres. Aspirer lentement, en tirant le piston. (fig. 8).

3^e La seringue étant remplie, chasser l'air qu'elle contient en poussant le piston, l'aiguille en l'air, jusqu'à ce qu'une goutte de liquide perle à la pointe de celle-ci (fig. 8).

c) **L'injection.** — 1^e Nettoyer la place choisie (de préférence la partie haute de la fesse) avec un coton imprégné d'alcool ou d'éther,

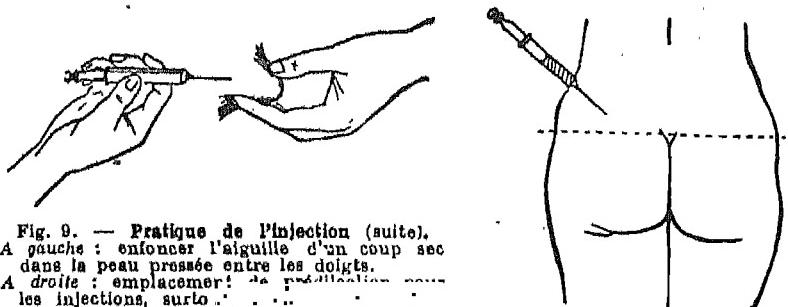


Fig. 9. — Pratique de l'injection (suite).
A gauche : enfoncez l'aiguille d'un coup sec dans la peau pressée entre les doigts.
A droite : emplacement pour les injections, surtout profondes (injections piquer dans la partie haute des fesses, au-dessus de la ligne pointillée).

2^e Enfoncer l'aiguille sans hésitation, d'un coup sec, soit à la base d'un pli fait à la peau par deux doigts de la main gauche (fig. 9), soit dans la peau fortement tendue par cette main.

3^e S'assurer qu'il ne vient pas de sang dans la seringue.

4^e Pousser alors le piston lentement, jusqu'à fond de course. Retirer ensuite l'aiguille d'un coup sec et maintenir un instant, sur la place de la piqûre, le coton imprégné d'alcool.

5° Rincer ensuite l'aiguille et la seringue. Ne pas oublier de démonter celle-ci. Remettre en place.

III. — RÉSUMÉ

1. Les soins aux malades exigent de la propreté, une grande vigilance, une douce mais ferme autorité.

2. En général les fièvreux doivent boire beaucoup. Les *buissons* les plus courantes, en cas de maladie, sont le bouillon de légumes et les tisanes. Suivant le mode de préparation de celles-ci on distingue les infusions, les décoctions et les macérations.

3. Les *cataplasmes* et les *sinapisms* sont des révulsifs. On prépare les premiers en faisant une bouillie de farine de lin ou de féculle qu'on applique chaude, après l'avoir enfermée dans un lingot.

Les *sinapisms* sont à base de farine de moutarde. Pour être active, celle-ci doit être fraîche et délayée dans de l'eau pas trop chaude.

4. Les *ventouses* permettent aussi de décongestionner les organes profonds par aspiration.

5. Les *pigures* ou *injections sous-cutanées* sont destinées à introduire certains médicaments dans le corps des malades. Elles doivent être faites avec soin, en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter l'infection.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION ET CONSEILS PRATIQUES

1. Asepsie et antisepsie. — Voici deux termes qui se ressemblent, mais qui n'ont pas le même sens.

L'*antisepsie* est l'ensemble des opérations qui cherchent à détruire les microbes dans les plaies infectées. On utilise généralement, pour cela, des substances toxiques, pour les microbes, ou antiseptiques : éther, alcool, eau oxygénée, teinture d'iode... Les antiseptiques peuvent altérer les tissus de la plaie. Il faut les manipuler avec précaution.

L'*asepsie* est l'ensemble des mesures que l'on prend pour éviter d'introduire des microbes dans les plaies saines. Elle nécessite la stérilisation absolue de tous les objets qui entrent en contact avec la plaie. Une asepsie rigoureuse permet d'entreprendre les opérations chirurgicales les plus compliquées, sans risque d'infection.

D'après cela, cherchez dans les deux dernières leçons des exemples de l'une et l'autre de ces méthodes de lutte contre les microbes infectieux.

2. Sachez vous servir d'un compte-gouttes. — On vous a déjà décrit cet instrument qui sert à doser un médicament dont on doit mesurer avec précision un faible volume¹.

Le compte-goutte usuel comporte un tube de verre, effilé à une extrémité, muni d'une petite poire en caoutchouc (fig. 10). Pour s'en servir :

a) Presser sur la poire de caoutchouc.

b) Introduire l'extrémité effilée dans le flacon de médicament et relâcher la pression des doigts. Le liquide monte dans le tube.

c) Tenir le tube, bien verticalement, au-dessus du verre où l'on doit verser la potion. Presser légèrement sur le caoutchouc, les gouttes tombent une à une. Il suffit de les compter.

1. Voir *Leçon de Sciences au Cours moyen (Pastouriaux et Régnier, Delagrave, édit.)*, p. 97.

La grosseur des gouttes varie avec le liquide employé. Elle dépend aussi du diamètre de la partie effilée du tube. C'est pourquoi certains médicaments sont vendus avec leur compte-gouttes. Pour les doser, c'est toujours celui-ci qu'on doit employer (fig. 10).

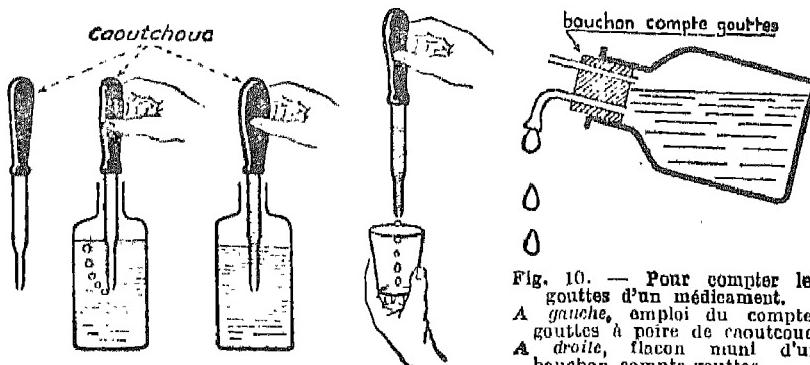


Fig. 10. — Pour compter les gouttes d'un médicament.
A gauche, emploi du compte-gouttes à poire de caoutchouc.
A droite, flacon muní d'un bouchon compte-gouttes.

3. Pour appliquer un collutoire. — On désigne par ce nom un mélange médicamenteux destiné à être appliquée sur le fond de la gorge.

Pour l'utiliser, on attache à

- * l'extrémité d'une tige cannelée, d'une pince ou d'un appareil spécial que vendent les pharmaciens, un tampon de coton de la taille d'une grosse noix, qu'on imbibe du liquide prescrit.

Se plaqant dans de bonnes conditions d'éclairage, on abaisse la langue du malade avec une cuiller. On enfonce le coton au fond de la gorge et on le promène sur toutes les parties malades. Ne pas craindre la production de nausées, mais se protéger des projections du malade (fig. 11).

4. Pour nettoyer une seringue. — Il arrive, qu'à force d'être placée dans l'eau bouillante, la seringue à injections se recouvre d'une croûte calcaire qui gêne le glissement du piston dans le corps de pompe. C'est d'ailleurs pour éviter que les deux pièces ne se coincent en séchant qu'on doit les séparer après lavage.

Quand le piston commence à jouer difficilement dans la seringue, immerger les deux parties, pendant quelques minutes, dans du vinaigre. Celui-ci dissoudra la croûte calcaire et la seringue pourra servir à nouveau.



Fig. 11. — Application d'un collutoire.

On en imbibe un tampon de coton solidement fixé à l'extrême de l'appareil. On badioge ensuite la gorge du malade dont la langue est abaissée avec une cuiller.

DERNIERS CONSEILS D'HYGIÈNE¹

SOIS PROPRE.

Lave ton corps. Brosse tes vêtements. Nettoie ta maison.

En toute chose, fais preuve de soin. Sois d'une propreté méticuleuse: il vaut mieux être taxé de coquetterie que de négligence.

Que la propreté de ton corps soit le reflet de la pureté de ton âme. Conçois-tu une âme saine dans une enveloppe souillée?

Et puis, pense aussi aux autres! Ne sal-s-tu pas combien les gens malpropres sont répugnans?

PRENDS DES HABITUDES DE RÉGULARITÉ.

Lève-toi, couche-toi, prends tes repas à heure fixe.

Impose-toi d'aller à la selle une fois par jour, toujours à la même heure.

Lève-toi tôt, couche-toi de bonne heure.

Evite la sieste au milieu du jour, mais réserve-toi chaque jour un temps pour le repos et le délassement.

Ne mange pas, ne bois pas en dehors des repas.

Ta vie en sera simplifiée, ta santé en sera meilleure.

PRENDS DES HABITUDES DE MODÉRATION.

Mange à ta faim, bois à ta soif, mais pas au-delà.

Dors assez pour te reposer, mais ne t'attarde pas à paresser au lit.

Consacre ta vie au travail, mais évite tout surmenage.

Si ton travail est intellectuel, oblige-toi chaque jour à une heure au moins d'exercices physiques, marche, sport ou jardinage.

Si ton labeur est manuel, réserve un temps chaque jour pour cultiver ton esprit.

Les plaisirs que peut t'offrir la vie et la nature, ne les repousse pas. Mais sache bien qu'une foule de plaisirs sont pernicieux, et que tout excès minera ta santé.

En toute chose, rien de trop.

1. D'après *Sciences naturelles, classe de 3^e, par Chadelaud et Régnier, Delagrave, édit.*

APPRENDS A TE SURVEILLER TOI-MÊME.

Fais chaque jour l'examen de ta conscience. Fais aussi celui de ton corps.

Tes organes fonctionnent-ils bien ? Te laissent-ils en paix ? Ou bien te donnent-ils une impression de lourdeur et de lassitude, ou deviennent-ils douloureux ? Leur bienheureux silence est signe de santé.

Ta tête est-elle légère et libre ? Ou bien lourde et endolorie ? La santé du corps conditionne la liberté et la vivacité de l'esprit.

Ton appétit est-il bon ? Ou bien est-il insuffisant, ou excessif ? Si tout va bien dans tes organes, il doit être bon et modéré.

Et ton teint ? S'il pâlit, tu t'anémies, s'il jaunit, ton foie ne tardera pas à t'inquiéter. Un teint frais, des joues roses, font la beauté et révèlent la santé.

Et tes urines, tes selles ? Elles méritent que tu les examines. Si elles te paraissent anormales, il faudra consulter le médecin.

Et la température de ton corps ? Tend-elle à s'élèver après le moindre effort, avec accompagnement de transpiration ? Tu es malade ! Cette élévation de température, après la marche ou l'effort, est-elle durable, dure-t-elle une demi-heure ou davantage ? Attention, tu risques d'être gravement malade ! Et de même si tu es fiévreux chaque soir. Respires-tu librement ? Ton cœur bat-il d'un rythme constant et calme ? Tes muscles fonctionnent-ils sans douleur ? Tout cela, c'est la santé.

APPRENDS AUSSI A NE PAS T'ALARMER EN VAIN.

Ne sois pas le malade imaginaire. Tu peux être incommodé par bien des malaises passagers, sans pour cela être réellement malade !

Surveille ta santé, mais chasse de ton esprit la hantise de la maladie.

Apprends à résister aux menus malaises qui peuvent t'assaillir. Ne te laisse pas abattre par le moindre rhume, la moindre douleur. Que les petits ennus de ton organisme n'altèrent pas la sérénité de ta vie. Ne t'inquiète vraiment que si tu te sens assez gravement atteint.

ENFIN, SI TA SANTÉ EST MENACÉE, CONFIE-TOI AU MÉDECIN.

Ne te soigne pas toi-même ! Ce n'est pas ton métier.

Tu ne répares pas toi-même tes meubles, ni tes chaussures. Pourquoi voudrais-tu réparer ta santé, ce qui est beaucoup plus difficile.

Certes, la publicité t'offrira mille moyens de te guérir de mille maux. Ne te laisse pas suggérer que tu souffres de ces maux ! Et méfie-toi de ces moyens, dont tu ignores s'ils ne sont pas pernicieux.

Le médecin seul a qualité pour te soigner. Confie-toi à lui.

Aie un médecin qui te connaisse bien. Si tu te sens malade, va le voir !



III. — LA MAISON



« ...Et si le poids du jour par moment les oppresse,
S'ils ont faim, s'ils ont soif, s'ils sont las et meurtris,
Pleine de réconfort et riche de tendresse,
Toute prochaine, au bout du sentier qu'ils connaissent,
La maison maternelle et douce leur sourit... »

L. MERCIER.

23^e LECON

LA MAISON SALUBRE SOL - EMPLACEMENT - CONSTRUCTION

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. A quels signes reconnaît-on qu'une pièce est très humide, légèrement humide ? Est-on à l'aise dans une pièce humide ? A la sortie du bain, vous avez hâte d'être essuyée. Pourquoi ?
2. Quel est le quartier de votre ville ou village où les maisons peuvent être humides ? Qu'y a-t-il dans le voisinage qui puisse les rendre telles ? Les puits sont-ils profonds ? En temps de crue l'eau arrive-t-elle dans les caves ? — Citez des exemples de liquides qui montent dans des corps solides par *capillarité* (encore dans un buvard, pétrole dans les mèches des lampes...). Qu'arrive-t-il si les murs sont poreux ?
3. Si vous aviez le choix, quel emplacement adopteriez-vous pour construire votre maison (voisinages à éviter, sous-sol perméable ou non, terrain en forme de cuvette, ou plat, ou en pente légère) ? Justifiez votre choix.
4. Pourquoi faut-il de solides fondations ? Qu'arrive-t-il si le sol se tasse sous elles ? En quels matériaux les fait-on de préférence ? Quelle qualité doivent présenter les pierres ou briques des murs ? Peuvent-elles être perméables à l'eau ? — Et le mortier ?
5. Quelle condition essentielle doit remplir le toit ? Des gouttières sont-elles tolérables ? Pourquoi ? — Quelle est l'utilité des chêneaux ?

II. — LECON

La salubrité¹ est la qualité première de toute habitation, car la santé est le plus précieux des biens.

Elle exige que la maison soit sèche, ensoleillée, aérée, propre.

1. L'humidité est l'ennemi n° 1 de la salubrité.

La vapeur d'eau qui sature l'atmosphère des pièces humides favorise le développement des moisissures et des microbes, donc le développement des maladies contagieuses, de la tuberculose notamment.

¹. *Salubrité* : qualité de ce qui est favorable à la santé.

A la longue, l'eau qui imbibe les murs détériore la construction elle-même. Le plâtre se détache et tombe, le mortier se désagrège, la maison tombe en ruines.

L'humidité se reconnaît immédiatement à l'odeur de moisissure, au suintement des murs, au décollement des papiers, à l'absence de poussières.

2. L'humidité dépend de la nature du sous-sol, de l'emplacement, de la qualité de la construction.

A. Le sous-sol. — Pour que les eaux de pluie s'éloignent rapidement de la maison, soit en ruisselant, soit en s'infiltrant vite et profondément dans la terre, il faut la construire sur un sol perméable, en pente légère.

La nappe d'eau souterraine qui alimente les puits ordinaires ne doit jamais atteindre les fondations, même après une longue période de pluie, pendant les plus hautes crues des rivières ; sinon l'eau monte par capillarité¹ dans les murs qui deviennent suintants, salpêtrés², et dans les planchers qui pourrissent.

Il est difficile de combattre les inconvénients d'un sous-sol aqueux ; même des travaux coûteux (drainages souterrains, parois étanches en ciment pour les caves, etc.), ne sont pas toujours efficaces.

D'ailleurs, quel que soit le terrain, des caves sous toute la maison et un rez-de-chaussée plus haut que le sol extérieur sont toujours une garantie contre l'humidité.

B. L'emplacement. — A la campagne, évitez le voisinage d'une forêt (humidité), d'une rivière ou d'un étang (humidité, moustiques, brouillards...), d'un fumier (odeur, mouches...). Que votre maison soit assez éloignée des autres pour que l'air circule librement tout autour.

En ville, choisissez une rue large, éloignée des usines, proche d'un jardin public où les petits iront prendre l'air. La proximité d'un marché, de fournisseurs bien achalandés est intéressante pour la ménagère.

Si la maison a plusieurs étages, préférez les étages supérieurs : les bruits de la rue y sont atténués, et l'air moins souillé de poussières.

1. Comme l'eau monte dans un papier buvard ou un morceau de sucre.

2. Un mur salpêtré présente à sa surface des poussières ou filaments qui forment des taches blanchâtres.

C. Qualité de la construction. — Les murs ont de solides fondations

(fig. 1)¹ suffisamment profondes pour reposer sur un sol dur, qui résiste à leur poids sans éprouver le moindre tassement; sinon ils s'inclinent peu à peu et se dégarnissent²; l'eau pénètre dans ces crevasses, y gèle, et comme elle augmente de volume en se solidifiant (fig. 2), elle disjoint les pierres et le mur peu à peu tombe en ruine. De plus, les matériaux de ces fondations doivent être de première qualité: par exemple, pierres meulières et mortier de ciment

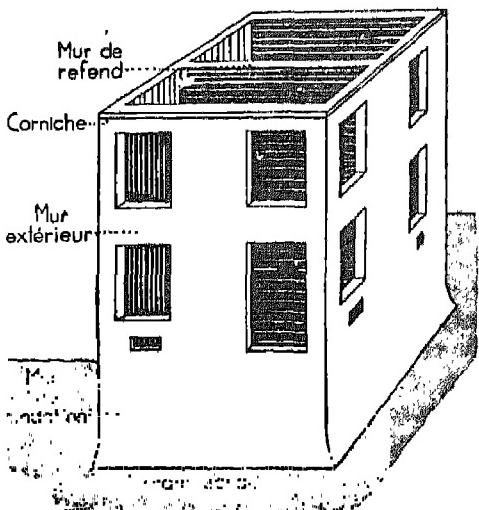


Fig. 1. — Schéma de la grosse maçonnerie d'une maison. Elle comprend les murs extérieurs et les murs de refend à l'intérieur.

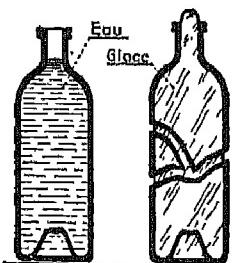


Fig. 2. — L'eau augmente de volume en gelant. — La bouteille, pleine d'eau, a été laissée dehors par un grand froid. Que s'est-il passé?

Hors de terre, les murs sont suffisamment épais (au moins 30 centimètres)

non seulement pour la solidité de la construction, mais aussi pour tenir la maison fraîche en été, chaude en hiver. Ils sont en briques ou en pierres imperméables à l'eau qui ne laissent pas l'humidité pénétrer dans la maçonnerie et ne s'effritent pas sous l'action des gelées, comme c'est le cas des pierres gélives.

Le mortier³ est assez riche en chaux pour ne pas se désagréger et créer ainsi des fissures par où l'eau pourrait s'insinuer.

Aujourd'hui, les grands immeubles des villes ont des murs en ciment armé: ils forment un seul bloc, en béton⁴ de ciment,

1. *Fondations*: ce sont les parties de murs qui sont dans le sol.

2. *Lézarde*: fente, crevassé dans un ouvrage en maçonnerie.

3. *Mortier*: on le fait en mélangeant de la chaux vive et du sable, ajoutant de l'eau et brassant le tout; on obtient ainsi une pâte qui dureât à l'air.

4. Le béton ordinaire est obtenu en ajoutant des graviers au mortier. Dans le béton de ciment, la chaux est remplacée par du ciment.

garni intérieurement d'un treillis en barres de fer attachées les unes aux autres par des liens de fil de fer.

Extérieurement, les murs doivent porter un enduit imperméable à l'eau et inaltérable afin de rester secs dans toute leur épaisseur, même en temps de pluie. Cet enduit est en mortier de chaux grasse ou de ciment ; si, par économie, on le fait en plâtre il faut qu'il soit peint à l'huile, pour éviter au plâtre le contact de l'eau de pluie dans laquelle il se dissoudrait à la longue.

Intérieurement, murs et cloisons sont recouverts d'un enduit lisse en plâtre qu'on laisse nu dans les caves et greniers, qu'on décore dans les pièces habitées pour les rendre plus accueillantes (papiers peints, boiseries, peintures). Seul le plafond est laissé blanc, pour mieux diffuser la lumière.

Il faut un toit, en tuiles, ardoises ou zinc, parfaitement étanche. Pas une goutte de pluie ne doit pénétrer à l'intérieur de la maison : si elle tombe sur un bois de charpente (fig. 3) elle le fait pourrir rapidement ; si elle tombe sur le sol du grenier, elle le traverse et les plafonds du dernier étage sont marqués de taches grises circulaires qui révèlent leur humidité et celle de la partie supérieure des murs.

Le toit pérît toujours par quelque gouttière¹, une petite défectuosité amène la ruine de l'ensemble.

Des chéneaux² (fig. 4) courent à la base de chaque toit pour recueillir l'eau de pluie et la conduire dans un caniveau qui l'évacue loin de la maison. On les

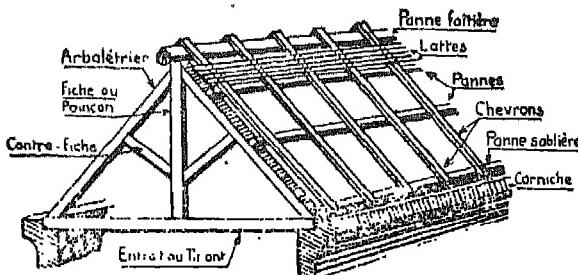


Fig. 3. — Schéma d'une charpente en bois. Les lattes reposent sur les chevrons, les chevrons sur les pannes, les pannes sur les arbalétriers. Les arbalétriers font partie des fermes qui reposent sur les murs. (Voir exercice d'application N° 3).

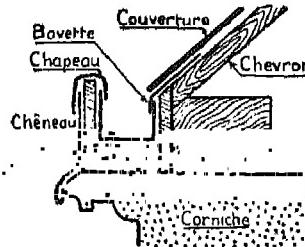


Fig. 4. — Chéneau. Voyez avec quel soin il est installé pour éviter toute infiltration d'eau dans le mur. Chéneau, bavette, chapeau sont en zinc.

1. Gouttière signifie ici endroit par où l'eau de pluie goutte (tombe goutte à goutte).

2. On les appelle aussi gouttières ; c'est un autre sens de ce mot.

nettoie chaque année, car les poussières, les feuilles d'arbres s'y amassent et les obstruent à la longue.

III. — RÉSUMÉ

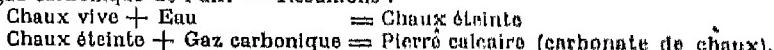
1. Une maison doit être salubre, confortable, accueillante.
2. L'humidité est l'ennemi n° 1 de la salubrité. Elle dépend du sous-sol, de l'emplacement, de la qualité de la construction.
3. Le sol doit être en pente légère et le sous-sol perméable.
4. La maison doit être éloignée des rivières, étangs, forêts, usines et assez distante des voisines pour qu'un air sain circule librement autour d'elle.
5. La construction doit être d'excellente qualité : fondations en maçonnerie et mortier de ciment; murs en briques ou pierres imperméables et mortier riche en chaux ; enduit extérieur en chaux grasse ou ciment ; enduit intérieur en plâtre ; toit parfaitement étanche ; chéneaux pour conduire au loin l'eau de pluie.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Si vous en avez l'occasion, observez la construction d'une maison. L'emplacement vous paraît-il bien choisi ?

2. Procurez-vous un morceau de chaux vive. Décrivez-le : aspect, odeur, saveur, toucher. Versez dessus quelques gouttes d'eau : elles disparaissent ; recommencez plusieurs fois et attéoudez : la chaux se délite ; décrivez. — Délayez la chaux éteinte obtenue pour en faire une pâte ; ajoutez-y du sable (3 fois le poids de chacun) et brassez : — Avec le mortier obtenu, enrobez deux pierres ; attendez quelques jours.

Le mortier est devenu de la pierre calcaire, parce que la chaux s'est combinée au gaz carbonique de l'air. — Résumons :



3. Étudiez la figure 3 : elle vous apprendra les noms des principales pièces d'une charpente en bois.

a) En avant, reposant sur les murs extérieurs, vous voyez une ferme, en forme de triangle isocèle formée de plusieurs pièces assemblées : l'entrée ou tirant est la base, les arbalétriers sont les côtés, le polygon ou flèche est la hauteur ; les contre-fiches soutenant les arbalétriers en leur milieu.

b) Sur les arbalétriers, reposent les pannes, qui sont horizontales ; on distingue les *pannes proprement dites*, la *panne faîtière*, au faîte de la maison, la *panne sablière* qui repose sur la corniche (fig. 4).

c) Sur les pannes sont clouées les chevrons ; et sur les chevrons, les lattes, horizontales ; aux lattes sont accrochées les tulles.

(*Pour les jeunes garçons* — A l'atelier de menuiserie, construisez une ferme de charpente de dimensions réduites).

4. Décrivez la charpente et la toiture de votre maison ; à cette occasion, rendez-vous dans le comble de l'immeuble.

LA MAISON : ORIENTATION - AÉRATION DISPOSITION INTÉRIEURE

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Quel est l'effet des rayons du soleil sur les murs à l'extérieur et à l'intérieur d'une maison ? sur l'atmosphère des pièces ? sur la santé des personnes qui les habitent ? sur leur humeur ?
2. Rappelez comment on s'oriente à l'aide d'une boussole ou de l'étoile polaire.
Dans quelle direction se trouve le soleil, à son lever, à midi (heure solaire), à son coucher ? N'avez-vous pas là une nouvelle possibilité d'orientation ?
Dessinez la course apparente du soleil dans le ciel pour en déduire entre quelles heures du jour les rayons solaires frappent une fenêtre exposée à l'est, à l'ouest, au sud, au nord. — Quelle est la meilleure orientation de la façade ?
3. Pourquoi faut-il renouveler l'air à l'intérieur de la maison ? Est-il bon qu'il circule autour de la maison ? (Pensez au linge qui séche mieux au vent que dans un air calme).
4. Pourquoi les pièces spacieuses, à haut plafond, donnent-elles une impression de confort ?
5. Pourquoi est-il commode que les pièces de la maison s'ouvrent toutes sur un couloir ou un vestibule ?

II. — LECON

Mettre une maison à l'abri de l'humidité est indispensable. Cette condition est nécessaire, mais non suffisante pour sa salubrité. Il faut en outre que la maison soit bien orientée et bien aérée.

A. — *Orientation.*

1. Pas de bonne santé dans un appartement où le soleil ne pénètre pas.

Avez-vous remarqué que les personnes vivant au grand air et au soleil présentent un teint coloré, florissant, un aspect de santé vigoureuse ? C'est que l'homme est fait pour vivre à la lumière, au soleil.

L'exposition au soleil a toujours une remarquable action vivifiante ; la peau se pigmente¹, devient plus ferme, plus élastique, l'appétit est meilleur, toutes les fonctions vitales sont stimulées.

De plus, la lumière solaire, toujours accompagnée de chaleur, assèche les locaux où elle pénètre, détruit les mauvaises odeurs, tue les microbes pathogènes², en un mot assainit la maison.

Et par surcroît, elle apporte clarté, joie, douceur de vivre.

2. Pour que la lumière du soleil pénètre à flots dans la maison, celle-ci doit être bien orientée.

Le soleil se lève à l'est le matin, monte dans le ciel en allant vers le sud, où il arrive à midi³, et, au cours de l'après-midi, descend vers l'ouest qu'il atteint à son coucher.

Une chambre exposée à l'est, c'est-à-dire dont les fenêtres regardent l'est, reçoit en plein les rayons solaires le matin, au lever du soleil ; puis, de moins en moins jusqu'à midi.

Exposée à l'ouest, elle n'a le soleil que l'après midi, de plus en plus jusqu'au coucher.

Si elle fait face au sud, elle a le soleil pendant les meilleures heures de la journée ; à midi, les rayons y pénètrent à flots.

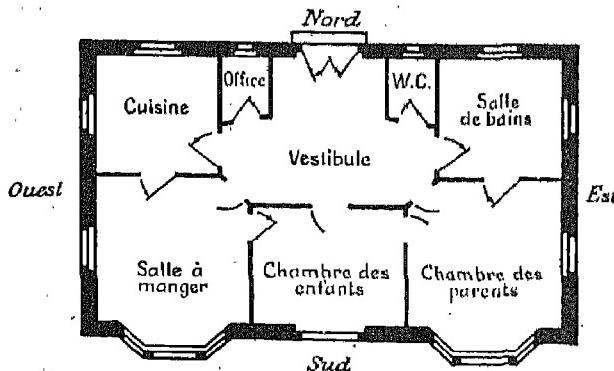


Fig. 1. — Plan d'une maison bien orientée. La façade principale, celle qui porte le plus de fenêtres et les plus grandes, est exposée au Sud.

ouest et à l'ouest sont encore acceptables.

1. C'est-à-dire sa couleur. Elle devient bronzée, tandis que celle des personnes qui vivent à l'abri du soleil est pâle.

2. A treize heures, si les horloges sont en avance de 1 heure sur l'heure solaire, comme c'est le cas actuellement.

Pour que la maison soit ensolillée au maximum, il faut donc que la façade principale, celle qui porte le plus grand nombre de fenêtres, soit exposée au sud (fig. 1).

Les expositions à l'est, au sud-est, au sud-

Mais l'exposition au nord est un pis-aller que les circonstances imposent parfois. Remarquez d'ailleurs que, dans chaque maison, il y a forcément des pièces exposées au nord : autant que possible, ce sont les pièces où l'on ne séjourne guère (cuisine, salle de bains, water-closet).

3. Les fenêtres doivent être larges et hautes.

Elles montent jusque près du plafond et occupent presque tout un panneau de la pièce.

Ne les masquez pas par des tentures qui arrêtent la lumière ; des stores en tulle léger suffisent pour tamiser les rayons du soleil en été et donner en toutes saisons une impression de confort.

B. — Aération.

4. De l'air en abondance, intérieurement et extérieurement.

L'air confiné, c'est-à-dire trop peu renouvelé, altère la santé. Il faut donc aérer abondamment les locaux habités. Le procédé le plus simple et le plus efficace consiste à ouvrir souvent les portes et les fenêtres même en hiver.

Il est bon aussi que l'air circule librement tout autour de la maison (fig. 2) : il assèche les murs, les cours, et contribue ainsi à la salubrité.

Dans les villes, où les maisons sont agglomérées, il y a des cours intérieures où le soleil ne pénètre jamais, où l'air ne peut circuler : les pièces dont les fenêtres s'ouvrent

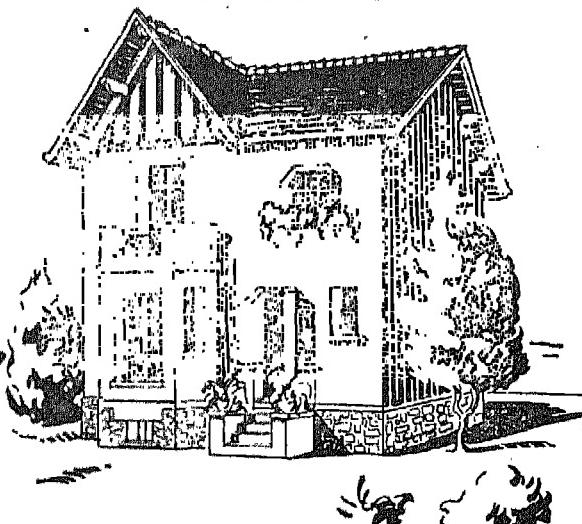


Fig. 2. — Maison moderne, à la campagne. L'air circule librement tout autour. Comment est-elle exposée (consultez les plans du rez-de-chaussée et de l'étage, fig. 3).

sur ces cours sont particulièrement malsaines : ce sont des taudis. Guerre aux taudis !

C. — Disposition intérieure de la maison.

Elle a une grande importance, tant pour la commodité des allées et venues que pour la facilité de l'entretien. Une bonne disposition des pièces est un élément de confort.

5. Quelles sont les pièces d'une habitation confortable ?

Il faut au minimum (fig. 1 et 3.) :

une cuisine ;

une salle à manger, ou une cuisine assez grande pour servir aussi de salle à manger :

une chambre à coucher pour les parents ;

une chambre à coucher pour les enfants ;

une salle de bains ;

un water-closet (w.-c.).

Fig. 3. — Plans de la maison (fig. 2). « Une construction très confortable, avec de fort grandes pièces et traitée dans le style moderne. » (Extrait d'un prospectus d'une Société Immobilière).
Le rez-de-chaussée comprend une entrée, un hall, un couloir, une cuisine (3,20 x 1,20), une salle à manger (3,75 x 3,54) et un salon (3,75 x 4,24). Deux cheminées sont placées dans le salon, l'autre dans la salle à manger, aux coins du mur extérieur et de la cloison qui sépare les deux pièces. Êtes-vous complètement d'accord avec le prospectus ? Justifiez vos critiques.

Un bureau, le cas échéant, est aménagé pour le père de famille. Et si la famille a de nombreuses relations, la maîtresse de maison peut réservé une pièce pour les recevoir : c'est le salon. Enfin, un office, petit local où l'on conserve les objets nécessaires au service de la salle à manger, est parfois adjoint à la cuisine.

Mais bureau, salon, office, ne doivent jamais exister au préjudice des chambres indispensables !

6. Quelle est la meilleure disposition des pièces ?

Elle est extrêmement variable suivant l'orientation de la maison, ses dimensions, la grandeur des différentes chambres. Retenons seulement les règles générales suivantes :

1. Une cave ne compte pas comme pièce d'habitation, bien qu'elle soit fort utile, sinon indispensable.

1^e Dans tous les cas, il est commode, pour les allées et venues et pour le travail ménager, que chaque pièce soit indépendante, c'est-à-dire ouvre sur un vestibule ou, un couloir qui le prolonge (fig. 1).

2^e La salle à manger et les chambres à coucher sont, autant que possible, exposées au sud, et les pièces peu habitées au nord (cuisine, salle de bains, office, water-closet).

Si la famille habite un appartement, ce qui est le cas habituel en ville, toutes les pièces sont de plain-pied et donnent sur un vestibule qui prolonge l'entrée.

Si la famille dispose d'une maison entière, comme il arrive souvent à la campagne, la disposition précédente est à recommander si toutes les pièces sont au rez-de-chaussée. S'il y a un étage, les pièces actives (cuisine, salle à manger, bureau) sont au rez-de-chaussée, les pièces de repos à l'étage (fig. 2 et 3).

7. Les dimensions des pièces doivent être suffisantes.

L'importance des pièces est en rapport avec celle de la famille.

Des pièces petites, à plafond bas, n'offrent pas un volume d'air suffisant pour assurer une bonne aération.

De grandes pièces, à plafond élevé (3 mètres ou plus), donnent une impression agréable de confort : on s'y sent à l'aise pour respirer et circuler.

La salle à manger, qui dans les familles modestes est souvent la pièce commune, où l'on se réunit, non seulement pour prendre les repas, mais encore pour se reposer et se distraire, est aussi vaste que possible : par exemple 6×6 mètres. De toutes les pièces de la maison, c'est la plus spacieuse, la mieux exposée, la plus gaie par la vue qu'elle offre sur l'extérieur, la plus confortable par son ameublement, son éclairage et son chauffage en hiver.

De moindres dimensions suffisent pour les chambres à coucher : 5×4 mètres sont souhaitables avec des plafonds de 3 mètres.

Enfin, une cuisine de $3 \times 3,5$ mètres est assez grande si elle ne sert qu'à la préparation des repas de la famille : une cuisine plutôt petite s'entretient facilement et évite des pas inutiles à la cuisinière.

1. A la campagne, la cuisine sert souvent à faire cuire des aliments pour le bétail.

III. — RÉSUMÉ

1. Une maison doit être bien ensoleillée. La meilleure orientation de la façade est le sud ; l'est et l'ouest sont acceptables ; l'orientation au nord est un pis aller.

2. Une maison doit être bien aérée, intérieurement et extérieurement.

3. Une habitation confortable comprend au minimum 4 pièces : une cuisine, une salle à manger (ou une cuisine-salle à manger), une chambre à coupler pour les parents et une pour les enfants. Il faut en outre une salle de bains et des water-closets.

Il est commode que les pièces soient indépendantes.

4. Des chambres spacieuses, à haut plafond, donnent une impression agréable de confort.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Dessinez le plan de votre appartement ou de votre maison. (Dans ce cas dessinez séparément le plan du rez-de-chaussée et celui de l'étage s'il y en a un). Orientez le plan en donnant la direction des points cardinaux.

2. Quelles transformations seriez-vous subir au plan précédent (donc à votre maison) si vous le pouviez ?

25^e LEÇON

ALIMENTATION EN EAU DE LA MAISON

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Il est indispensable que chaque maison ait de l'eau en abondance. Pourquoi ?
2. Existe-t-il dans votre localité une distribution d'eau collective, ou bien chaque maison s'alimente-t-elle par ses propres moyens ?
3. Si l'existe une distribution collective, renseignez-vous sur l'origine de l'eau : source captée (où ?), puits, rivière ? Comment l'eau est-elle amenée jusqu'au château d'eau ? Comment, de ce réservoir, se rend-elle dans les maisons ?
4. Si l'il n'existe pas de distribution collective dans votre localité, où les habitants s'alimentent-ils en eau potable ? Source ? puits ? citerne ? Par quel moyen l'eau est-elle amenée à votre cuisine ? Existe-t-il des maisons où il y a l'eau courante ? Où est-elle prise ? Comment est-elle amenée jusqu'au robinet de l'évier ?

II. — LEÇON

Vous savez où l'on trouve de l'eau potable dans la nature¹. Voyons comment on l'amène dans nos maisons, où elle est indispensable en raison de ses multiples emplois.

Dans les villes, la municipalité se charge de la fournir à tous les immeubles : c'est la distribution collective.

Mais à la campagne, chaque famille s'alimente en eau par ses propres moyens : c'est l'alimentation particulière.

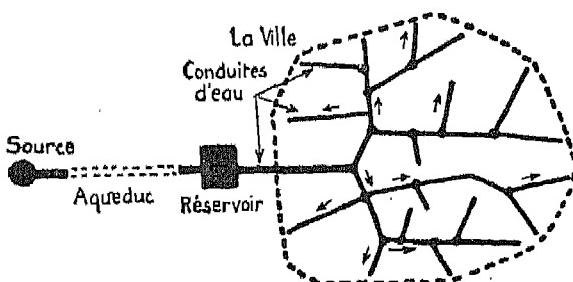


Fig. 1. — Schéma d'une distribution d'eau collective.
Source, aqueduc, réservoir, conduites d'eau sous les rues de la ville en sont les principaux éléments.

1. Leçon 11, pages 77 et suivantes.

A. — *Distribution collective.*

Elle comporte un ensemble d'ouvrages représentés schématiquement par la fig. 1. L'eau potable est prise à une source (par exemple), un aqueduc l'amène à un réservoir ; une conduite de distribution la répartit dans les appartements de la ville.

1. Origine de l'eau distribuée.

C'est une source naturelle, un puits ou une rivière dont l'eau est épurée s'il y a lieu.

Si c'est une source, on la protège en l'abritant sous une voûte de maçonnerie ; l'eau est captée dans un réservoir souterrain et le plus loin possible de la surface du sol (fig. 2).

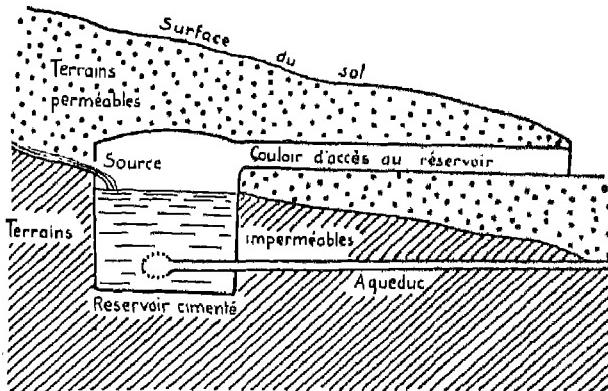


Fig. 2. — Captage de l'eau d'une source. Toutes les précautions sont prises pour que l'eau de la source ne soit pas polluée.

Les puits doivent être profonds, maçonnés, étanches, et arriver à la couche imperméable qui forme le fond de la nappe d'eau.

Sources et puits sont mis à l'abri des infiltrations d'eau malsaine, non seulement dans leurs abords immédiats, mais encore sur toute leur zone d'alimentation. A cet effet, une étude des terrains de toute la région est indispensable : elle est faite par un géologue.

2. L'aqueduc¹.

C'est un gros tube en tôle de fer épaisse, protégée intérieurement et extérieurement par un enduit de ciment de 2 ou 3 centimètres d'épaisseur; le diamètre intérieur peut atteindre 2 mètres².

Lorsque le niveau de la source est supérieur à celui du réservoir, l'eau descend d'elle-même dans le tube, sinon des pompes puissantes mues par des moteurs doivent éléver l'eau en des points convenablement choisis de l'aqueduc.

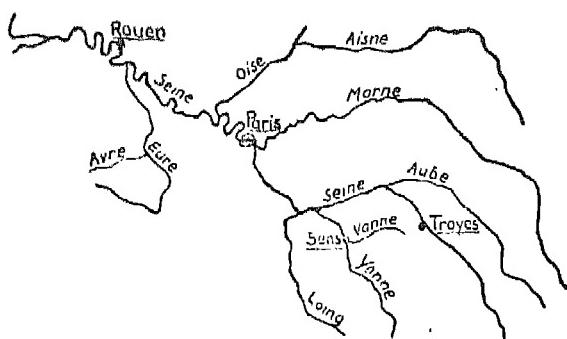


Fig. 3. — Alimentation de Paris en eau potable : 1^o par les sources de la Vanne, affluent de l'Yonne et de l'Avre, affluent de l'Eure ; 2^o par les eaux épuriées de la Marne prises un peu au mont de Paris.

3. Le réservoir ou château d'eau.

Il est en maçonnerie, avec enduit étanche de ciment à l'intérieur. Sa capacité peut atteindre des centaines de mètres cubes. Une voûte le ferme à sa partie supérieure ; elle est souvent recouverte d'une épaisse couche de terre qui empêche l'eau de geler en hiver, de trop s'échauffer en été.

Il est établi en un point qui domine la ville et, en pays plat, en haut d'une charpente en ciment armé (fig. 4).

1. L'eau peut être captée à une grande distance de la ville où elle est utilisée. Par exemple, la Ville de Paris a capté les eaux très puras de deux rivières (fig. 3) :

l'Avre affluent de gauche de l'Eure, qui fournit 100 000 mètres cubes d'eau par jour à Paris ; ils sont amenés par un aqueduc de 134 kilomètres dont 25 souterrains,

la Vanne, affluent de droite de l'Yonne ; la longueur de l'aqueduc est de 136 kilomètres.

2. Les Romains ont construit de magnifiques aqueducs tels que le célèbre pont du Gard. Ils étaient en maçonnerie ; l'eau coulait dans un canal ouvert à l'air libre ou simplement couvert de dalles.

4. La conduite de distribution.

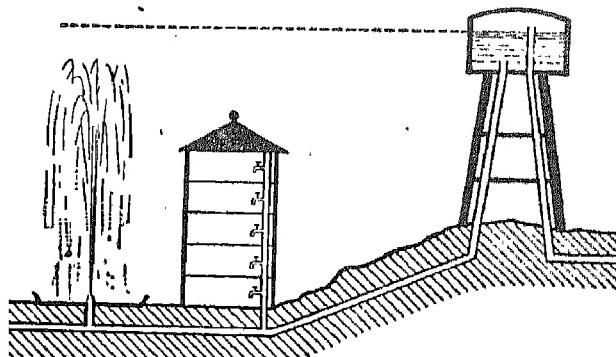


Fig. 4. — Le château d'eau. C'est un grand réservoir qui reçoit l'eau potable venue des sources et d'où partent les conduites qui distribuent l'eau dans la ville. Pourquoi le niveau de l'eau dans ce réservoir est-il plus haut que le s'plus hautes maisons?

Constituée par des tubes en ciment armé, comme l'aqueduc, mais de diamètre de plus en plus faible à mesure que diminue le nombre de maisons à alimenter, elle court sous les rues de la ville, à une profondeur de 80 centimètres environ.

5. La canalisation d'eau à l'intérieur de la maison

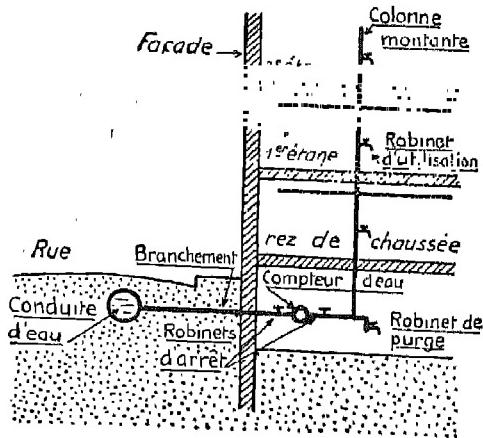
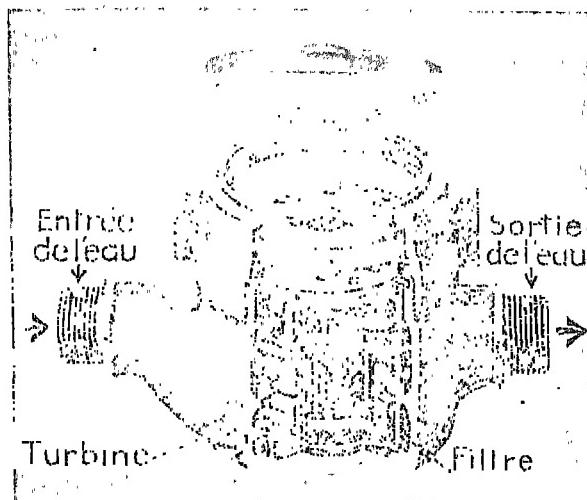


Fig. 5. — Schéma de la distribution de l'eau dans une maison. Remarquez : les robinets sont placés au bas des colonnes montantes.

a) **Branchemen**t. — Un tuyau souterrain est branché (*piqué* comme disent les employés du service des Eaux) sur la conduite d'eau de la rue. C'est généralement un gros tube de plomb qui traverse les fondations de la façade, pénètre dans la cave et aboutit au compteur d'eau. Il constitue le branchemen(t) (fig. 5).

b) Compteur d'eau (fig. 6). — La pièce principale en est une petite roue de moulin, ou turbine, que le courant d'eau fait tourner. A chaque tour, la même quantité d'eau traverse le compteur. Des engrenages

actionnés par la rotation de la roue commandent des aiguilles qui indiquent, sur des cadraus (fig. 7), le volume de l'eau entré dans la maison.



Cliché de la Compagnie des Compteurs (Montrouge-Seine)

Fig. 6. — Compteur d'eau. (La paroi avant est enlevée pour laisser voir l'intérieur). Le courant d'eau qui entre dans la maison fait tourner la turbine, et, par l'intermédiaire d'engrenages, les aiguilles des cadraus.

c) Colonne montante et postes d'utilisation. — L'eau sortant du compteur monte d'elle-même dans un gros tuyau de plomb, jusqu'au haut de la maison, en vertu du principe des vases communicants, (fig. 5).

Cet tuyau constitue la colonne montante sur laquelle sont branchés, à chaque étage, des tuyaux plus petits qui conduisent l'eau aux divers postes d'utilisation : éviers, lavabos, salles de bain, water-closets, buanderie, etc. (fig. 8).

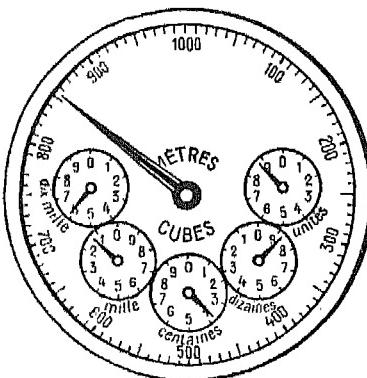


Fig. 7. — Cadraus d'un compteur d'eau. Ils indiquent ici 61 388 mètres cubes (On ne tient compte des litres que lors de la vérification de l'appareil).

Ces postes doivent être nombreux dans la maison et ses dépendances. Leur multiplication est une garantie d'hygiène et procure une économie de temps et de fatigue, car elle évite les transports.

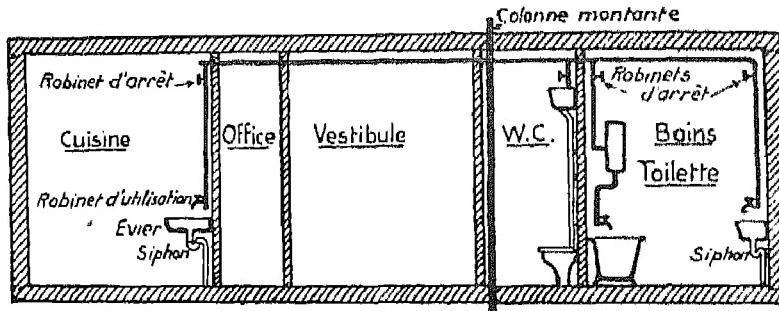
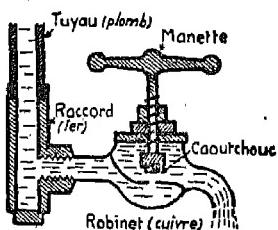


Fig. 8. — Schéma de la distribution de l'eau dans un appartement. Décrivez-la et justifiez l'installation des robinets, ainsi que celle des siphons.

d) Les robinets. — Il en existe un à chaque poste d'utilisation (fig. 9). En outre, il faut pouvoir vider toute la canalisation de la maison



(à partir du branchement), soit pour la réparer, soit pour éviter que l'eau, gelant lors des grands froids, ne fasse éclater les tuyaux. On dispose à cet effet un robinet d'arrêt avant et après le compteur, et un robinet de purge à la base de la colonne montante.

Fig. 8. — Coupe d'un robinet. Il est vissé sur un tube en fer ainsi que le tuyau de plomb qui amène l'eau. Pour arrêter l'eau, on tourne la manette ; pour la purger, on ouvre le robinet au bas de la colonne montante.

N'oubliez pas en hiver de vider chaque soir l'eau de votre canalisation. À cet effet, fermez l'un des robinets d'arrêt du compteur, ouvrez ceux des postes d'utilisation, puis le robinet de purge au bas de la colonne montante.

B. — Alimentation particulière.

1. Des maisons, de plus en plus nombreuses ont l'eau courante comme à la ville.

Leur installation comporte (fig. 10) :

1° une source d'eau potable : eiterne ou puits ;

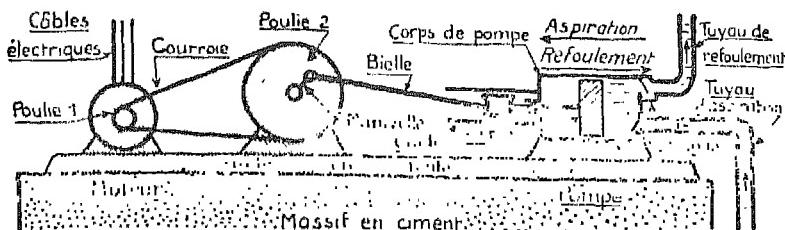


Fig. 10. — Groupe moto pompe. Le moteur électrique, par l'intermédiaire de la poulie 1 et de la courroie, commande la poulie 2.

La poulie 2, par le mécanisme bielle-manivelle, commande le mouvement de va et vient du piston dans le corps de pompe.

Quand le piston va vers la gauche, la soupape de refoulement reste fermée, la soupape d'aspiration s'ouvre, et l'eau est aspirée dans le corps de la pompe.

Quand le piston va vers la droite, la soupape d'aspiration se ferme, et l'eau chassée du corps de pompe, ouvre la soupape de refoulement et monte dans le tuyau de refoulement. Elle est refoulée dans le réservoir à air comprimé. (Fig. 11)

2^e une pompe, généralement commandée par un moteur électrique, qui aspire l'eau et la refoule dans un réservoir à air comprimé. L'ensemble moteur-pompe constitue une moto-pompe (fig. 11).

3^e une colonne montante et une canalisation qui conduit l'eau aux divers postes d'utilisation.

A partir de la colonne montante, l'installation est donc la même que dans une distribution collective.

Remarque. — Vous avez étudié l'an passé la pompe aspirante, ce que vous en savez vous permettra de comprendre comment fonctionne la pompe aspirante et foulante représentée par la fig. 12.

2. Mais il y a encore beaucoup de maisons à la campagne qui n'ont pas l'eau courante.

L'eau est simplement tirée d'un puits ou d'une citerne au fur et à mesure des besoins et recueillie dans des seaux pour la cuisine et la toilette, dans des auges pour le bétail.

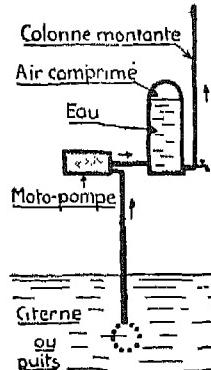


Fig. 11. — Schéma de l'installation de l'eau courante dans une maison à la campagne.



d'une pompe aspirante ?

De plus en plus, on utilise des pompes mues par des moteurs électriques. Toutefois il y a encore de nombreuses pompes aspirantes manœuvrées à la main.

Les anciens treuils sur lesquels s'enroule une corde portant un seau sont de plus en plus abandonnés.

III. — RÉSUMÉ

1. Dans les villes, l'eau est distribuée dans tous les immeubles.

Elle provient généralement d'une source, dont l'eau est amenée par un aqueduc dans un grand réservoir ou château d'eau ; de là elle se rend, par une canalisation souterraine, dans les maisons de la ville.

La canalisation de chaque immeuble comprend : un branchement piqué sur la canalisation de la rue, un robinet d'eau, une cabine montante, des tuyaux de plomb qui aboutissent à des robinets.

2. Dans les villages, chaque maison s'alimente elle-même en eau qu'elle prend à une source, à un puits ou à une citerne.

Des maisons de plus en plus nombreuses ont l'eau courante comme à la ville, grâce à une pompe mue par un moteur électrique.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Relevez chaque soir, pendant une semaine, l'indication de votre compteur d'eau. Calculez la quantité d'eau moyenne consommée par jour dans votre famille.

Même calcul en utilisant les indications relevées par l'employé du Service des Eaux pendant une année.

2. Examinez une facture de la Compagnie des Eaux : volume d'eau consommé, prix du mètre cube, prix total de l'eau, frais divers, total général. À quel prix revient le mètre cube ?

3. En hiver, lors des périodes de gelées, videz chaque soir la canalisation d'eau de votre maison.

1^o Fermez le robinet d'arrêt qui suit le compteur (fig. 5).

2^o Ouvrez tous les robinets d'utilisation.

3^o Ouvrez le robinet de purge (fig. 5).

4. Existe-t-il des citernes dans votre région ? Décrivez une citerne bien installée et justifiez les précautions prises pour que l'eau soit potable.

5. Si votre localité est alimentée en eau par des puits, décrivez en détail les divers moyens utilisés pour en extraire l'eau.

26^e LEÇON

ÉVACUATION DES EAUX USÉES INSTALLATION SANITAIRE

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Conservez quelques jours de l'eau de vaisselle dans une vieille boîte à conserves. Que devient-elle ? (aspect, odeur). — Même expérience avec de l'eau ayant servi à la toilette, avec de l'urine. — Pourquoi ces eaux deviennent-elles infectes ?
2. Enumérez les eaux sales (ou eaux usées) de votre maison : eaux de cuisine (lavage des légumes...), eaux de lavage des sols, eaux de toilette... etc. — Peut-on s'en débarrasser sans souci des eaux potables du voisinage ?
3. Si le tout à l'égoût est installé dans votre maison, dites ce que vous savez de cette installation. — Où les eaux sales de la ville s'en vont-elles définitivement ? — Comment perdent-elles leur nocivité ?
4. Si votre maison n'a pas le tout à l'égoût, comment les eaux usées sont-elles évacuées ? Ne font-elles courir aucun danger à l'eau potable qui alimente la maison. Même question pour les matières des cabinets d'aisances.

II. — LEÇON

Les eaux utilisées pour laver la vaisselle, les légumes, le linge, celles qui ont servi à la toilette, celles des cabinets d'aisances, et d'une façon générale, toutes les eaux sales de la maison sont dites **eaux usées**.

Elles contiennent des matières organiques¹ qui pourrissent en répandant des odeurs infectes. Les microbes y pullulent rapidement. Elles constituent un danger pour la santé publique.

Il faut donc les évacuer en prenant les précautions nécessaires pour qu'elles n'aillent pas contaminer l'eau potable du voisinage. Nous allons voir comment on y arrive, puis nous dirons ce qu'on entend par *installation sanitaire*.

1. Une matière organique est, par opposition à une matière minérale, une substance d'origine végétale ou animale ; elle provient d'un organe d'un être vivant.

A. — *Evacuation des eaux usées.*

Deux cas se présentent suivant que la maison a, ou n'a pas, le tout-à-l'égout.

a. — *Le tout à l'égout.*

1. Aujourd'hui, chaque ville a un réseau d'égoûts souterrains.

L'eau usée à chaque poste d'utilisation est conduite, par un tuyau de plomb, dans un gros tube vertical en fonte ou en grès ; c'est la chute qui aboutit à l'égout de la rue (fig. 1).

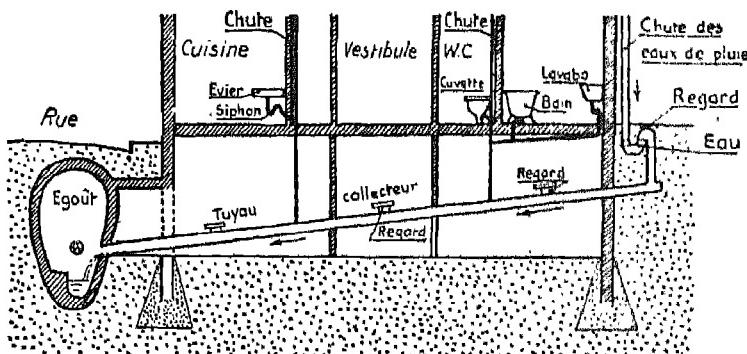


Fig. 1.—*Evacuation des eaux usées, dans une localité pouvant du tout à l'égout.*
Remarquez qu'à chaque poste d'utilisation d'eau, le tuyau d'évacuation porte à son origine un siphon hydraulique.

Cet égout est, soit un tuyau de grand diamètre en poterie, soit un véritable tunnel souterrain si, comme dans une grande ville, le volume d'eau à évacuer est considérable (fig. 2). Sous chaque rue, d'un bout à l'autre, court un égout, qui déverse ses eaux dans un égout plus important, celui-ci dans un autre ; et ainsi de suite, jusqu'à un collecteur principal qui recueille toutes les eaux sales de la localité.

Quand la ville est traversée par un grand cours d'eau, le collecteur peut s'y déverser assez loin en aval. Les eaux d'égoûts s'y diluent et subissent une épuration spontanée sous l'influence de l'air, des rayons solaires, des animaux et végétaux aquatiques.

Toutefois, ce procédé n'est pas sans danger, car il souille l'eau de la rivière sur plusieurs kilomètres.

Une autre solution consiste à épandre les eaux d'égout sur des terres cultivées (fig. 3) : ce sont les champs d'épandage. Dans la terre arable, les matières organiques subissent rapidement des fermentations qui les transforment en engrains absorbés par les plantes.

Mais la pratique de l'épandage nécessite de grandes surfaces cultivables à proximité de la ville. D'autre part, les eaux usées peuvent transporter sur les plantes des germes pathogènes (fièvre typhoïde, dysenterie, choléra, etc.). Aussi est-il interdit de cultiver sur les champs d'épandage des légumes ou des fruits destinés à être mangés crus (radis, salades, fraises, etc. (fig. 4).

Fils télégraphiques

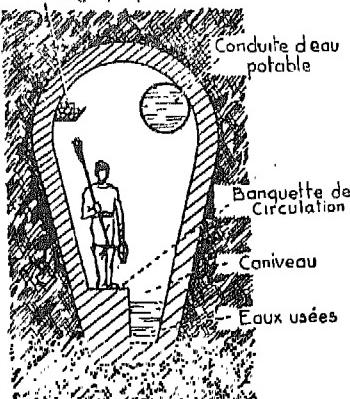


Fig. 2. — Coupe d'un égout. Remarquez: le caniveau, la banquette de circulation. La partie supérieure de la voûte est parfois utilisée pour l'installation de fils télégraphiques, et même d'une conduite d'eau potable.

2. Voici quelques détails sur l'installation du tout à l'égout.

1^e Les siphons hydrauliques. A chaque poste d'utilisation d'eau, le tuyau d'évacuation est munie d'un siphon (fig. 5) qui empêche les gaz malsains et malodorants de l'égout de se répandre dans la maison.

Chaque tuyau de chute des eaux pluviales est aussi pourvu d'un siphon.

2^e Les tunnels ou galeries des égouts. Ils sont en maçonnerie, avec un enduit étanche de ciment, voûtées à leur partie supérieure et de dimensions suffisantes pour que les égoutiers puissent y circuler, les curer, les nettoyer et les entretenir (fig. 6).

Du sous-sol de chaque maison part un petit tunnel qui, sous le

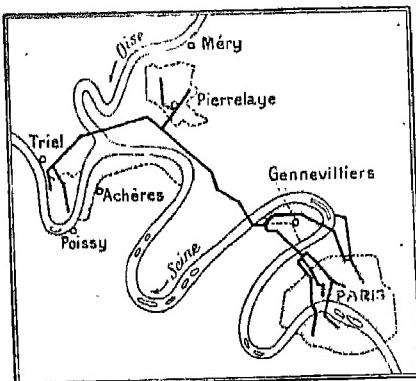


Fig. 3. — Champs d'épandage de la région parisienne. Ils reçoivent les eaux des égouts de Paris. Leurs dimensions sont assez grandes pour permettre l'accès aux égoutiers. Les eaux sont dirigées vers les champs d'épandage d'Achères, Pierrelaye,

trottoir et la chaussée, vu rejoindre l'égoût (fig. 1). Sur sa paroi, on fixe le tuyau qui recueille les eaux usées et les eaux pluviales de tout l'immeuble.

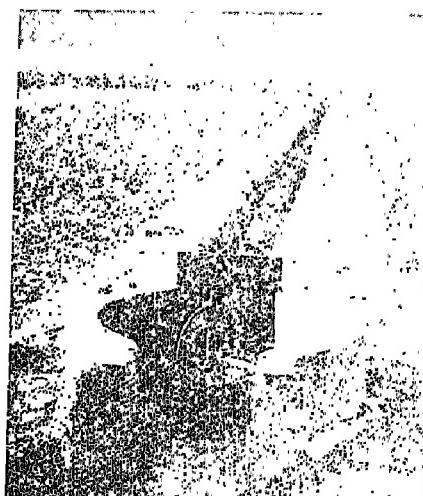


Fig. 4. — Une vanne (c'est-à-dire un gros robinet) et une rigole d'épandage des eaux d'égoût dans une culture maraîchère à Achères, près de Paris.

C'est la chasse dont le flot emporte tout ce qui traîne dans les caniveaux.

b. — Les fosses.

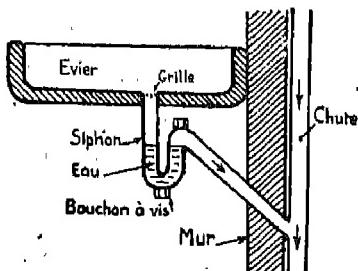


Fig. 5. — Siphon d'évier. C'est un tube en forme d'U. Les bouchons à vis permettent son nettoyage.

3^e Chaque égoût comporte quelques ouvrages accessoires : regards bouchés d'égoût, réservoirs de chasse.

Les regards sont des cheminées qui relient la galerie souterraine à l'air libre ; il y en a un tous les cent mètres environ. Une épaisse plaque de fonte qu'on peut enlever, les ferme au ras du trottoir ; et, sur leurs parois verticales, des échelons en fer permettent de descendre dans l'égoût pour le nettoyer.

Les eaux de pluie et de lavage des rues, recueillies dans les ruisseaux le long des trottoirs, tombent dans l'égoût par les bouches d'égoût.

Enfin, toute obstruction des égoûts doit être évitée. A cet effet un réservoir d'eau, de 500 à 1 000 litres, est ménagé en tête de toute ramifications ; il se vide automatiquement, 2 ou 3 fois par jour, d'un seul coup dans l'égoût.

3. Si le tout à l'égoût n'existe pas, les eaux des water-closets sont obligatoirement conduites dans des fosses étanches.

Les autres eaux sales peuvent être déversées dans des pulsards ou fosses perdantes, proches de la maison, creusées en terrain perméable et remplies de gros cailloux. Les eaux descendant rapidement entre les mo-

lons jusqu'au fond du puisard, s'infiltrent dans le sol et s'y épurent avant de gagner un cours d'eau ou un puits¹.

Les eaux des water-closets sont reçues dans des fosses mobiles, des fosses fixes ou des fosses septiques.

1^o Une fosse mobile, ou tinette, est un grand récipient en bois ou en tôle galvanisée, qu'on installe sous le tuyau de chute des cabinets. Elle est fréquemment vidée, loin de la maison, sur un fumier ou sur un terrain cultivé où les matières sont enfouies.

2^o Une fosse fixe est un réservoir de grande capacité, (20 mètres cubes, par exemple), en maçonnerie cimentée, construit en sous-sol. Elle est voûtée, ses angles sont arrondis, et son sol cimenté est concave pour faciliter le nettoyage.

Elle communique avec le sol de la cour par une large ouverture, fermée par une plaque mobile de fonte (*tampon*).

Un tuyau de chute y déverse les eaux et les matières fécales des water-closets. Une cheminée de ventilation partant de la voûte s'élève jusqu'au toit.

Une fosse fixe est vidangée périodiquement.

3^o Une fosse septique est ainsi appelée parce qu'elle épure automatiquement les eaux des water-closets, ce qui permet de les déverser ensuite sans inconvenients dans un puisard avec les autres eaux sales.

Elle se compose de deux cuves, en ciment armé ou en fonte : la *fosse septique proprement dite* et le *filtre purificateur*.

a) La **fosse** est une cuve étanche, remplie d'eau avant usage, partagée en deux par une cloison verticale perforée qui ne laisse passer que les liquides (fig. 6). Dans le compartiment de chute s'opère la fermentation des matières fécales, papiers... puis leur liquéfaction, par des **microbes anaérobies** (qui vivent sans air).

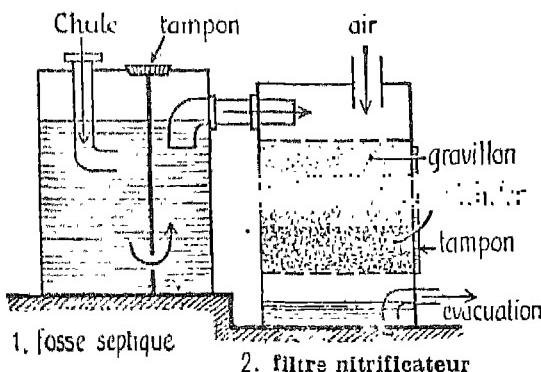


Fig. 6. — Une fosse septique et son filtre nitrificateur pour l'épuration des eaux usées et des matières fécales venant des water-closets. Le *tampon* est une grande plaque de fonte qu'on peut enlever pour visiter la fosse.

1. Le puisard doit être à 50 mètres au moins de toute fosse perdante afin que l'épuration de l'eau usée, par les terrains qu'elle traverse, soit parfaite.

La transformation s'achève dans le deuxième compartiment. Chaque utilisation des cabinets, accompagnée d'une chasse d'eau, y fait passer un certain volume de liquide. Les microbes pathogènes qu'il contient encore y sont détruits par d'autres microbes anaérobies qui polluent dans ce second compartiment.

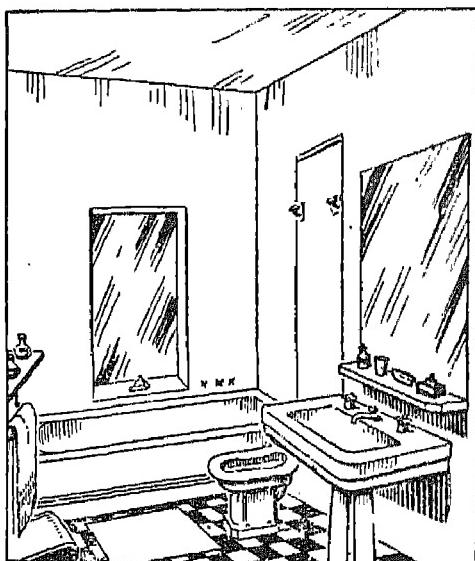


Fig. 7. — Salle de bains moderne. Elle comporte : un lavabo, une baignoire, un bidet.

b) A la fosse, fait suite le filtre purificateur; c'est aussi une cuve, mais cette fois, divisée par des dalles perforées horizontales portant du gravillon et du mâchefer (sauvres). Ce sont des îlots bactériens. Ils servent de support à des microbes aérobies (ayant besoin d'air pour vivre), qui oxydent les produits contenus dans le liquide venu de la fosse septique. Une large ventilation apporte l'oxygène nécessaire à cette oxydation.

Le liquide qui sort du filtre est inodore, inodore. Il s'en va dans le puisard rejoindre les eaux de cuisine, de toilette, de lavage... qu'il faut se garder d'envoyer dans la fosse septique ; car les produits chimiques qu'elles contiennent (savon, eau de javel...) détruiront les microbes et la fosse ne remplirait plus sa fonction épuratrice.

B. — Installation sanitaire.

Par installation sanitaire, on désigne un ensemble d'appareils installés sur la distribution d'eau d'une maison et servant aux soins de propreté.

Une installation complète comprend :

à la cuisine : un évier;

à la salle de bains : un lavabo, une baignoire, un bidet (fig. 7) ;

au water-closet : une cuvette et une chasse d'eau.

Ainsi qu'il a été déjà dit, le tuyau d'évacuation de l'eau usée de chaque appareil est muni d'un siphon hydraulique.

1. L'évier.

Il sera décrit lorsque nous étudierons la cuisine (page 369).

2. Les lavabos.

Chacun d'eux comporte :

une grande et profonde cuvette, en céramique blanche, fixée au mur ou supportée par un socle à colonne (fig. 7) :

un robinet d'eau courante et, autant que possible, un robinet d'eau chaude ;

un clapet, au fond de la cuvette, qui ouvre ou ferme le tuyau d'évacuation de l'eau usée.

Les menus objets de toilette sont rangés sur une étagère voisine. Les serviettes sont étalées sur des séchoirs muraux. Une glace est disposée au-dessus de la cuvette.

3. La baignoire.

Elle est en fonte émaillée, ou de préférence, en grès vernissé de couleur blanche. Comme les lavabos, deux robinets l'alimentent en eau chaude et eau froide et un clapet assure l'évacuation de l'eau usée.

La baignoire et le lavabo sont fréquemment installés dans le même petit local, voisin des chambres à coucher : c'est la salle de bains.

4. Le bidet.

C'est une cuvette longue, peu profonde, portée par un pied robuste, et sur laquelle on peut s'asseoir, à cheval, pour la toilette des régions inférieures du corps.

Il est installé dans la salle de bains et alimenté en eau chaude et froide comme la baignoire.

5. Le water-closet.

Il est installé dans un petit local retiré, exposé au nord de préférence, aéré par une fenêtre constamment ouverte, donnant sur l'extérieur.

Pour la facilité de l'entretien, les murs sont en céramique vernissée ou recouverts de peinture lavable ; le sol est un carrelage.

L'appareil récepteur des matières fécales est une grande cuvette, en céramique, dont les bords supportent un siège mobile en bois, pouvant être relevé, et parfois un couvercle.

Une chasse d'eau (8 litres environ) balaye énergiquement la paroi intérieure de la cuvette et entraîne les matières dans le tuyau de chute (fig. 8).

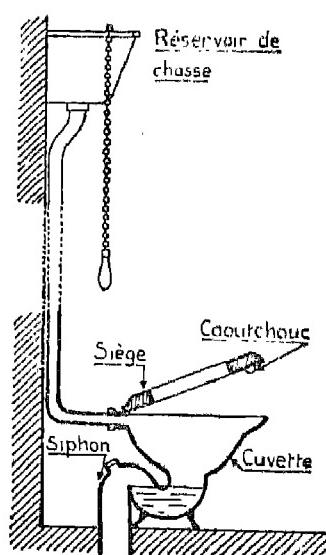


Fig. 8. — Installation intérieure des water-closets. Les matières fécales, reçues dans la cuvette, sont entraînées jusqu'à l'égout par un violent courant, venu du réservoir. C'est le *chasse d'eau*.

4. Le tuyau d'évacuation de chaque poste d'utilisation d'eau est muni d'un siphon hydraulique.

5. Lorsqu'une maison n'a pas le tout à l'égout, les eaux sales sont versées dans un puisard et s'écoulent dans la terre où elles s'épurent.

Les matières des cabinets d'aisances sont reçues dans une fosse mobile, ou une fosse fixe, ou une fosse septique. Toutes ces fosses doivent être étanches.

6. Les appareils sanitaires : évier, lavabos, baignoires, bidets, cuvette et chasse-d'eau des water-closets, sont alimentés en eau froide par la distribution d'eau de la maison, et souvent en eau chaude par des chauffe-eau. Ils sont commodes et confortables. Mais ils ne sont pas indispensables.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Enumérez tous les déchets de la maison en les classant ainsi :
 - a) déchets gazeux (de la respiration, des combustions...);
 - b) déchets liquides (eaux usées, urines...);
 - c) déchets solides (ordures ménagères, matières fécales...).

Comment sont-ils évacués ?

Une propreté parfaite est de rigueur pour la cuvette et le local.

6. Une installation sanitaire est commode et confortable, mais non indispensable.

Dans les anciennes maisons, où le confort moderne n'est pas installé, on supplée aux appareils sanitaires que nous venons de décrire par des bassines, cuvettes, tubs, etc., qui permettent une aussi grande propreté.

III. — RÉSUMÉ

1. Les eaux usées sont un danger pour la santé publique ; il faut les évacuer en prenant des précautions pour qu'elles ne souillent pas l'eau potable du voisinage.

2. Chaque ville a un réseau d'égouts souterrains qui reçoit les eaux usées des maisons, c'est-à-dire une canalisation qui emmène leurs eaux sales à l'égout.

3. Toutes les eaux usées de la ville sont déversées dans un cours d'eau ou répandues sur des terres cultivées (champs d'épandage). Les matières qui les souillent sont généralement détruites par des microbes.

2. Les déchets gazeux s'accumulent-ils indéfiniment dans l'atmosphère ou en sont-ils éliminés ? Comment ?

De même les déchets liquides et solides ne sont-ils pas transformés dans le sol ? (Pensez aux engrangements organiques).

Et les végétaux qui se sont nourris de tous ces déchets que deviennent-ils ? Concluez en montrant que toutes ces transformations, malgré leur complexité constituent en définitive un cycle fermé très simple.

Animaux carnivores

Animaux herbivores

Déchets

Végétaux

27^e LEÇON

LE CHAUFFAGE DOMESTIQUE LES COMBUSTIBLES

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Quels sont les principaux combustibles utilisés dans votre région pour le chauffage domestique ? Recueillez-en des échantillons en quantité assez grande pour que chaque élève en reçoive un. — Apprenez à les reconnaître.
2. Introduisez dans une flamme (bougie, ou lampe à alcool, ou bec Bunsen) une brindille de bois sec, puis une autre de bois vert. Quelles différences constatez-vous ? Quelle est leur cause ? Tirez-en des conséquences pour le chauffage au bois.
3. Distillez de la sciure de bois sec (ou de petits bouts d'allumettes) comme vous avez distillé de la houille l'an passé (fig. 1). — Observez, décrivez, expliquez.
4. Comparez des échantillons de houille, anthracite, coke : aspect, toucher légereté, résistance aux chocs (marteau), à l'erassement (marcher dessus). Essayez de les allumer en les tenant dans la flamme d'un bec Bunsen ou sur un feu de charbon de bois. Quelles différences constatez-vous ?
5. Rappelez ou mieux répétez l'expérience de la distillation de la houille. Quels produits fournit-elle ? A quels usages servent-ils ? Même expérience avec du coke, de l'anthracite. Comparez les résultats.
6. Que voyez-vous de l'usine à gaz de votre ville quand vous passez dans son voisinage ? Que transportent les camions chargés qui y entrent ou qui en sortent ? Est-ce tout ce qui sort de l'usine ? — Faites votre possible pour la visiter.

II. — LEÇON

Nous avons besoin de chaleur à la maison :

- 1^o en toutes saisons à la cuisine, la buanderie, la salle de bains.
- 2^o en hiver, dans les pièces habitées, pour notre santé et notre confort.

Le chauffage des habitations est dit **chauffage domestique** par opposition au **chauffage industriel** (forges, fours de boulangerie, verrerie, métallurgie, etc.).

1. De quelles sources de chaleur disposons-nous ?

1^e Tous les combustibles dégagent de la chaleur en brûlant, c'est-à-dire en se combinant à l'oxygène de l'air.

2^e Le courant électrique chauffe les fils conducteurs qu'il parcourt.

Ces deux sources de chaleur sont utilisées pour le chauffage domestique.

2. Les combustibles usuels pour le chauffage domestique sont nombreux.

Les principaux sont : le bois et le charbon de bois, les charbons de terre (houille et anthracite), le coke, le gaz d'éclairage.

Le gaz butane remplace le gaz d'éclairage dans certaines maisons de campagne. L'alcool à brûler, le pétrole et son résidu de distillation, le mazout, sont aussi employés, dans des cas spéciaux.

Une bonne ménagère connaît les avantages et les inconvénients de chaque combustible et de chaque appareil de chauffage. Étudions-les donc sommairement.

A. — Bois - Charbon de bois.

1. Bois d'œuvre et bois de chauffage.

Les beaux troncs des grands arbres sont débités en planches ou en poutres pour faire des meubles, parquets, charpentes... C'est le bois d'œuvre.

Le bois de chauffage est fourni par les taillis¹ et les branchages des futaies. Il est vendu en fagots (brindilles), rondins (branches et troncs de faible grosseur) quartiers (bâches de bois fendu).

2. Ne brûlez que du bois sec.

Le bois récemment abattu est plein de sève (50 % d'eau). Il perd une partie de son eau par évaporation (30 % de son poids) ; après avoir séché plusieurs mois, il est dit sec bien qu'il contienne encore 15 % d'eau².

Le bois vert est un mauvais combustible, car il renferme trop d'eau. Le bois sec au contraire s'enflamme facilement : car il se décompose sous l'action de la chaleur : il donne des gaz combustibles qui en brûlant forment les flammes, et du charbon ou braise qui brûle sans flamme et laisse des cendres pour résidu (fig. 1).

1. Les taillis sont les bois qui ont au maximum 40 ans. Les futaies ont de 40 à 120 ans : c'est elles qui fournissent le bois d'œuvre (menuiserie, charpentes, etc.).

2. Pour dessécher plus complètement le bois, il faut le chauffer dans une étuve.

3. Les bois durs sont les meilleurs pour le chauffage.

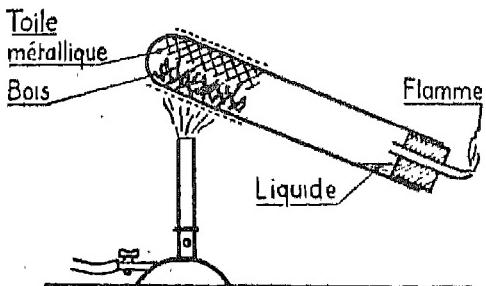


Fig. 1. — Décomposition du bois par la chaleur. Le bois, fortement chauffé, fournit des gaz combustibles, un liquide goudronneux et du charbon.

donnent des braises qui tiennent bien le feu et chauffent davantage.

Les bois tendres ou bois blancs (sapin, peuplier, saule, aulne, bouleau...) sont légers quand ils sont secs, s'enflamment facilement, mais brûlent vite sans laisser de braises et sans donner beaucoup de chaleur.

Les bois durs (chêne, charme, hêtre, acacia...) fendus en quartiers, sont plus denses, plus difficiles à enflammer, mais ils

4. Avantages et inconvénients du chauffage au bois.

Avantages. — C'est un chauffage sain (il ne donne pas de gaz toxiques), assez propre (bien qu'il laisse des cendres, le bois est moins poussiéreux que la houille), agréable (il donne une belle flamme claire).

Inconvénients. — 1^o Le bois dégage, à poids égal, moitié moins de chaleur que la houille ; 2^o Il est cher, son emploi n'est économique que dans les régions très boisées.

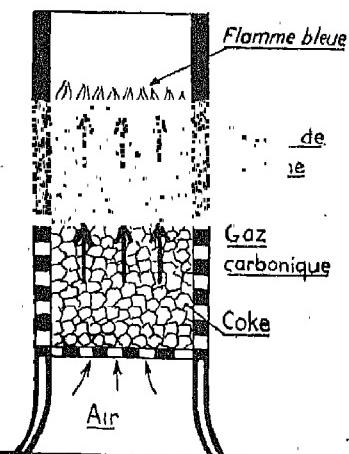


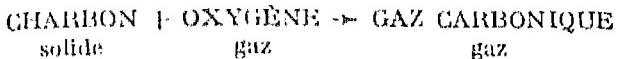
Fig. 2. — Transformation du gaz carbonique en oxyde de carbone. Le coke (charbon) brûle au contact de l'air en donnant du gaz carbonique qui se transforme en oxyde de carbone en traversant la couche de coke. L'oxyde de carbone brûle avec une flamme bleue quand il arrive au contact de l'air.

5. Le charbon de bois.

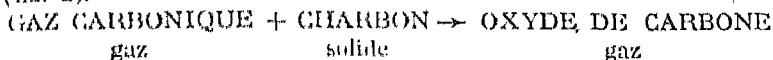
On le fabrique soit en forêt, soit en usine.

1. Voir « Leçons de Sciences au Cours moyen » (Delagrave, éditeur), pages 46 et 47.

Un bon charbon de bois est noir t, léger, sonore, cassant.
Rappelons que sa combustion dégage du gaz carbonique:



Mais si le gaz carbonique vient à traverser une couche épaisse de charbon chauffé à la température du rouge, il se transforme en un autre gaz (fig. 2).



Le gaz oxyde de carbone, incolore, inodore est un poison violent pour ceux qui le respirent, même mélangé à l'air.

Méliez-vous donc des réchauds à charbon de bois : ne les utilisez qu'au dehors ou dans une pièce aux fenêtres grandes ouvertes*.

B. — Houille — Anthracite — Coke — Aggloméré.

1. La houille extraite de la mine est triée, lavée, calibrée.

Remontée au jour, la houille est mélangée à des débris de roches incombustibles qui constituent le *slirib* ; on les enlève à la main autant que possible. Puis la houille est lavée dans un courant d'eau et passée à travers des *cribles* qui la séparent en plusieurs lots formés chacun de morceaux de même grosseur. La mine livre ainsi aux marchands de charbon : le *poussier* (grains de 0 à 7 mm), le *menu* (7 à 50 mm), encore appelés *brasnette* et *tête de moineau*, le *mi-gros* (50 à 150 mm) ou *gaillietin*, le *gros* (plus de 150 mm). Le tout venant est un mélange de toutes grossesses.

Les plus demandés pour le chauffage domestique sont le *menu* et le *mi-gros* (*tête de moineau* et *gaillietin*).

2. La houille maigre est la meilleure pour les fourneaux de cuisine.

Il y a de nombreuses variétés de houille. Chacune a des qualités et des défauts qui la font rechercher ou rejeter pour certains usages. Il suffit pour nous, de les classer en deux catégories.

1. Les rondins de bois incomplètement transformés en charbon sont de teinte rousse et dégagent de la fumée en brûlant ; on les appelle des *fumerons*.

2. Le gaz oxyde de carbone peut brûler ; il se reforme du gaz carbonique :
$$\text{OXYDE DE CARBONE} + \text{OXYGÈNE} \rightarrow \text{GAZ CARBONIQUE}.$$

1^o les **houilles grasses**, qui se ramollissent et s'agglutinent en brûlant, dégagent beaucoup de gaz et, par suite, brûlent avec de longues flammes ; elles sont recherchées par les forgerons et les usines à gaz (fig. 3).

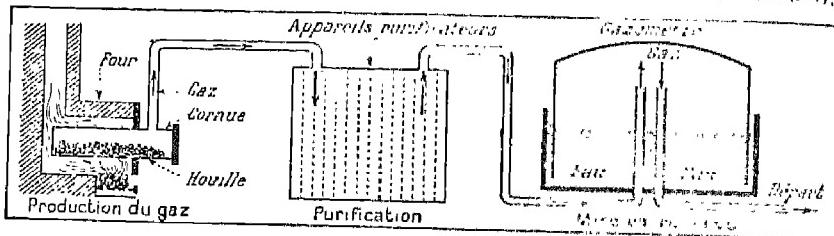


Fig. 3. — Fabrication du gaz d'éclairage. La houille, chauffée au rouge vif dans de grandes cornues en terre réfractaire, donne du gaz d'éclairage qui est purifié puis emmagasiné dans de vastes réservoirs appelés gazomètres.

2^o les **houilles maigres**, qui ne s'agglomèrent pas à chaud, dégagent peu de matières volatiles, brûlent avec une flamme courte. Ce sont les meilleures pour les fourneaux de cuisine.

3. L'anthracite est recherché pour le chauffage local des appartements.

C'est un charbon de terre de formation plus ancienne encore que la houille, à laquelle il ressemble beaucoup.

Il est difficile à allumer, mais brûle lentement, avec une courte flamme en dégageant beaucoup de chaleur. Il est recherché pour le chauffage des appartements, où on le brûle dans des poêles dits à feu continu ou à combustion lente, qu'il suffit de nettoyer et de charger une fois par vingt-quatre heures. Mais il est cher.

4. Le coke peut remplacer l'anthracite ou la houille dans les foyers à fort tirage.

C'est le résidu de la distillation de la houille. Il est grisâtre, dur, léger parce qu'il est poreux.

Il est difficile à allumer et s'éteint facilement si le tirage n'est pas suffisant. Il brûle sans flammes parce qu'il ne contient plus de matières volatiles.

Mais il dégage beaucoup de chaleur et coûte moins cher que la houille et surtout que l'anthracite, auxquels on peut d'ailleurs le mélanger.

5. Les agglomérés : boulets et briquettes.

Ils sont fabriqués avec de la poussière de houille, agglutinée avec de l'asphalte¹ ou du braï². Ils sont moins coûteux que la houille, mais donnent moins de chaleur et laissent beaucoup de cendres.

C. — Gaz d'éclairage.

1. Propriétés du gaz d'éclairage.

C'est un produit de la distillation de la houille (fig. 3).

EXPÉRIENCES.

1^o Recueillons quelques éprouvettes de gaz (fig. 4). Il est inodore, mais il a une odeur désagréable, caractéristique, c'est-à-dire qu'on reconnaît immédiatement, ce qui permet de déceler ses fuites (tuyau percé, robinet laissé ouvert par inadvertance).

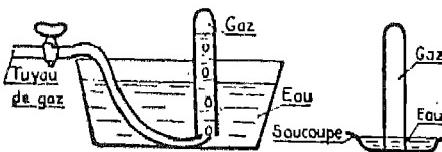


Fig. 4. — Expliquez d'après cette figure comment on emplit une éprouvette de gaz d'éclairage — et comment on la conserve.

2^o Présentons la flamme d'une allumette à l'orifice d'une éprouvette pleine de gaz (fig. 5). Il brûle avec une flamme jaune et laisse un dépôt de poussières charbonneuses.

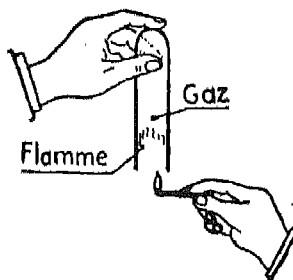


Fig. 5. — Combustion du gaz d'éclairage. Quand il est pur, il brûle avec une flamme jaune et laisse un dépôt de charbon sur les parois de l'éprouvette,

3^o Un tube à essai renversé sur la cuve à eau contient les 4/5 de son volume d'air. Achèvons de l'emplir avec du gaz d'éclairage (fig. 6), et présentons son orifice à la flamme d'une allumette: une explosion se produit.

4^o Chaudrons une casserole pleine d'eau froide sur un réchaud à gaz. Des gouttes d'eau ruissellent bientôt sur le fond. Le gaz en brûlant produit de la vapeur d'eau : il contient donc de l'hydrogène ou des composés hydrogénés.

1. L'asphalte est un minéral noir, solide à la température ordinaire, mais qui se ramollit quand on le chauffe. Sa composition rappelle celle du goudron.

2. Le braï est un goudron solide à la température ordinaire, et qui se ramollit à 10°. C'est un résidu de la distillation des goudrons de houille ou de pétrole.

C'est en effet un mélange de plusieurs gaz combustibles: hydrogène (50 %); carbures d'hydrogène composés de carbone et d'hydrogène (40 %), oxyde de carbone (8 %).

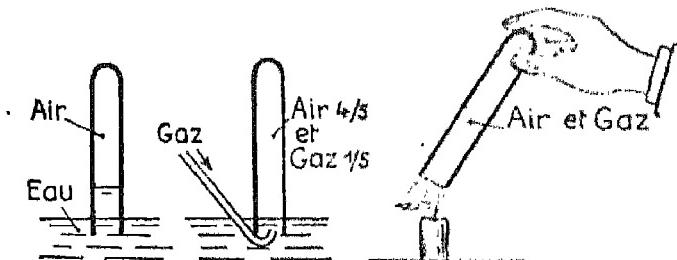
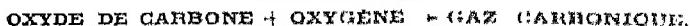
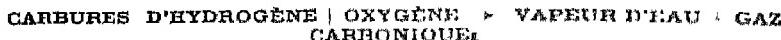


Fig. 6. — Explosion. Quand il est mélangé à une spirale très sèche d'air, le gaz d'éclairage brûle instantanément au contact d'une flamme en détonant et sans laisser de dépôt charbonneux.

2. L'installation de gaz à la maison.

Du gazomètre de l'usine part un gros tuyau dont les ramifications courent sous les rues de la ville : c'est la canalisation du gaz.

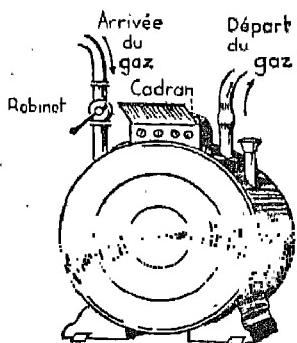


Fig. 7. — Compteur à gaz. Il est traversé par le courant de gaz qui se rend chez l'abonné. Les aiguilles des cadraux indiquent le volume de gaz qui traverse le compteur.

3. Le compteur enregistre le volume de gaz brûlé.

C'est une boîte en tôle (fig. 7), à moitié pleine d'eau, divisée en comparti-

Un tuyau souterrain, branché sur celui de la rue, pénètre dans le sous-sol de la maison à travers le mur de la façade et monte ensuite jusqu'au dernier étage. C'est la colonne montante, d'où part, vers chaque appartement, un tuyau qui aboutit à un compteur à gaz. Enfin du compteur, le gaz est conduit à la cuisine, salle de bains, buanderie..., etc. Chaque tuyau se termine par un robinet et se raccorde à un brûleur par un tube de caoutchouc.

ments par des cloisons de formes compliquées portées, par une roue mobile. Le gaz arrive dans un compartiment, l'emplit en faisant tourner la roue et de là se rend dans la tuyauterie de la maison (fig. 8).

A chaque tour de roue le même volume de gaz (5 litres par exemple) traverse le compteur. Un système d'engrenages, analogue à celui d'une horloge, transmet le mouvement de la roue mobile à des aiguilles qui indiquent, sur des cadres, le volume du gaz qui a traversé le compteur (fig. 9).

4. Aux négligents, aux imprudents, le gaz fait courir deux graves dangers : explosion, empoisonnement.

- a) Mélangé à l'air, le gaz d'éclairage forme un mélange explosif.
- b) L'oxyde de carbone qu'il contient est un poison violent.

Toute fuite de gaz est donc dangereuse : tuyau percé par inadvertance en plantant un clou, coup de vent qui éteint un brûleur dont le gaz continue à sortir, raccord de caoutchouc percé, etc.

Heureusement l'odeur du gaz révèle sa présence. Dès que vous la percevez dans une pièce :

1^o Ouvrez toutes grandes portes et fenêtres pour créer un courant d'air ;

2^o Fermez le robinet d'arrivée du gaz avant le compteur ;

3^o Vérifiez : les robinets, les raccords de caoutchouc, en les flairant et surtout ne vous servez pas d'une flamme (allumette, briquet, bougie) pour chercher une fuite. Et appelez un plombier si la fuite est ailleurs

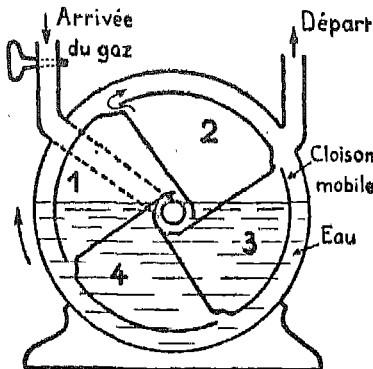


Fig. 8. — Schéma très simplifié de l'intérieur d'un compteur à gaz. Vous voyez l'eau qui emplit à moitié la caisse cylindrique, les cloisons mobiles que le gaz fait tourner pour gagner le tube de départ.

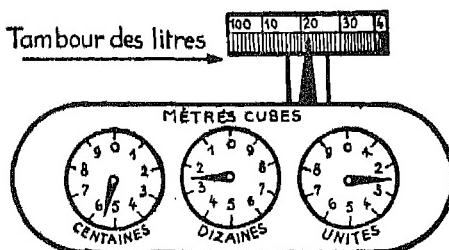


Fig. 9. — Les cadres d'un compteur à gaz. Ils indiquent 522 mètres cubes, (On ne tient pas compte des litres sur les factures).

III. — RÉSUMÉ

1. Le bois est un bon combustible quand il est bien sec, surtout si c'est du bois dur fendu en quartiers. Sa flamme est due à la combustion des gaz qu'il dégage en se décomposant sous l'action de la chaleur.
2. La houille extraite de la mine est triée, lavée, calibrée. La meilleure pour le chauffage domestique est la houille maigre. Elle dégage, à poids égal, deux fois plus de chaleur que le bois.
3. L'anthracite est une houille très ancienne, qui brûle presque sans flamme, lentement, en dégageant beaucoup de chaleur.
4. Le coke, encore plus difficile à allumer que l'anthracite, brûle sans flamme, en dégageant aussi beaucoup de chaleur.
5. Le gaz d'éclairage contient 50 % de son volume d'hydrogène, 40 % de carbures d'hydrogène, 8 % d'oxyde de carbone. Il brûle sans laisser de résidu solide.

L'installation du gaz à la maison comporte : le branchement sur la canalisation de la ville, le compteur, la canalisation dans la maison, avec robinet et brûleur à chaque poste d'utilisation.

L'emploi du gaz fait courir deux risques graves : explosion et empoisonnement.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Pourquoi le bois vert est-il un mauvais combustible ?
2. Comment s'y prend-on pour allumer un feu de bois ? un feu de houille ? d'anthracite ou de coke ?
3. Si le gaz est à la maison, renseignez-vous sur la place du compteur et les divers postes d'utilisation du gaz. Dessinez un schéma de cette installation.
4. Apprenez à lire un compteur à gaz : sur chaque cadran la pointe de l'aiguille se trouve entre deux chiffres ; retenez le plus petit en commençant par le cadran qui indique les milliers de mètres cubes, ... Dessinez les cadraux d'un compteur à gaz et les aiguilles pour que le volume indiqué soit 745 mètres cubes.

28^e LEÇON

LE CHAUFFAGE A LA CUISINE¹

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Avez-vous vu faire un feu de bois sur le sol, sous la hotte d'une cheminée ? Est-il commode de faire la cuisine dans ces conditions ?
2. Décrivez la cuisinière à bois et à charbon de terre de votre cuisine. Enlevez les couvercles, ouvrez les portes pour bien voir les divers compartiments de l'intérieur (foyer, cendrier, four, bouilloire, conduits de fumée). — Faites les croquis nécessaires.
Le tuyau de poêle porte-t-il une clef ? Quelle est son utilité ? Peut-on régler le tirage autrement qu'avec cette clef ? Pourquoi la cuisinière est-elle beaucoup plus pratique que le feu de bois sous la cheminée ?
3. Démontez un bœc Bunsen ; décrivez ses 3 parties (d'après la figure au besoin) ; remontez-le. Allumez le gaz et en tournant la virole lentement observez comment varie la flamme (aspect, température) et cherchez-en les raisons.
4. Démontez un réchaud à gaz ; décrivez le brûleur, le socle.
5. Un pot au feu plein avec 3/4 d'eau bouillante est placé dans une marmite norvégienne. Prenez la température de l'eau quand il vient d'être mis en place, puis toutes les deux heures. Tracez le graphique du refroidissement.
6. Même expérience avec une bouteille thermos.

II. — LEÇON

Les combustibles dont vous venez d'étudier les propriétés sont brûlés dans des appareils spécialement adaptés, soit pour la cuisson des aliments, soit pour le chauffage des appartements. Voyons les appareils de chauffage utilisés pour la cuisine¹.

A. — *Chaudrage au bois à foyer ouvert.*

1. L'antique système de chauffage, le feu de bois sous la cheminée, n'a pas encore complètement disparu.

Au pied d'un mur, sous une cheminée, on brûle du bois sur l'*âtre*, c'est-à-dire à même le sol, ou sur des chenets. La fumée s'en va par la cheminée, élargie en une vaste hotte à sa partie inférieure (fig. 1).

1. Le chauffage électrique sera étudié dans une autre leçon (Leçon 30).

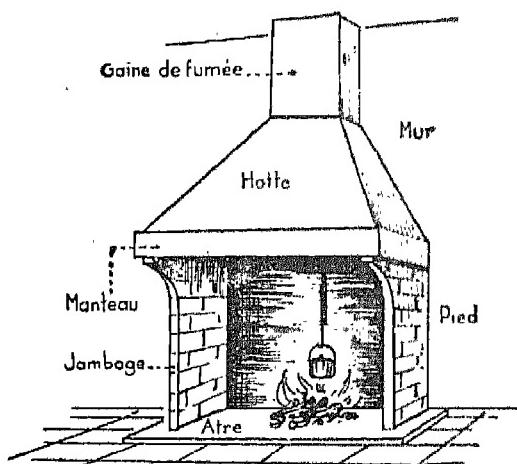


Fig. 1. — Chauffage au bois dans la cheminée. Il se pratique encore dans certaines campagnes.

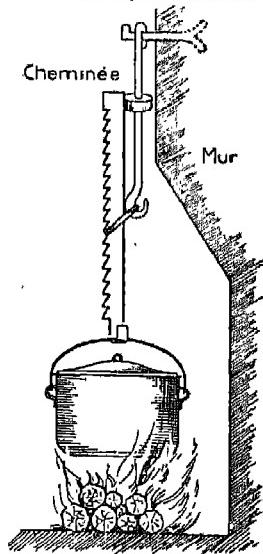


Fig. 2. — Crémallière de cheminée. Elle sert à suspendre les ustensiles de cuisine à hauteur convenable.

La ménagère fait cuire les aliments en suspendant les ustensiles, ustensiles, ustensiles du feu, plus ou moins haut à l'aide d'une crémallière, elle-même suspendue au mur (fig. 2).

Avantages. — 1^e Cette installation rudimentaire est peu coûteuse, 2^e Le feu sera tout semblant à la cuisson des aliments, mais aussi à chauffer la pièce, ordinairement très vaste.

Inconvénients. — 1^e La ménagère est obligée de se courber bien bas pour entretenir le feu et surveiller les cuissons ; d'où fatigues inutiles ;

2^e Les 9/10 de la chaleur dégagée par la combustion du bois sont emportés par le courant d'air qui s'engouffre avec les fumées dans la cheminée.

Aussi, ce mode de chauffage n'est-il plus employé que dans les campagnes très isolées, éloignées des villes, où le bois ne coûte presque rien.

B. — Chauffage au bois ou au charbon à foyer clos.

2. La cuisinière à bois ou à charbon de terre se répand de plus en plus, même dans les intérieurs modestes.

C'est une caisse à parois métalliques, portée par 4 pieds et divisée à l'intérieur en plusieurs compartiments, savoir : (fig. 3)

1^e un foyer qui reçoit le combustible et sous lequel se trouve un cendrier ;

2^e un ou deux fours, voisins du foyer ;

3^e une chaudière contenant de l'eau, appelée bouilloire ou bouillotte ou encore, mais improprement, bain-marie,

4^e des conduits de fumée.

La paroi supérieure, plane et horizontale comme une table, est en fonte ou en acier poli. Elle est à hauteur convenable pour que la ménagère puisse cuisiner à l'aise, sans se courber. Elle présente, au-dessus du foyer et des conduits de fumée, des trous circulaires fermés par des cercles ou des couvercles que l'on peut remplacer par des marmites, casseroles, etc.

Les parois latérales sont en fonte, brute, nickelée ou émaillée et dans ce cas de couleur, blanche, grise, bleue, etc., ce qui en fait un joli meuble, facile à entretenir très propre. Ces parois ont des ouvertures que l'on peut fermer par des portes et qui donnent accès au foyer et aux fours.

Le compartiment *foyer* est muni d'une grille sur laquelle l'on dépose le combustible (bois, houille, coke ou boulets). Les cendres tombent dans le tiroir du cendrier.

Le four et la bouilloire ont chacun une paroi commune avec le foyer. Ainsi la ménagère a toujours à sa disposition de l'eau bouillante et un four assez chaud pour cuire rotis et pâtisseries.

Par les conduits de fumée, les gaz de la combustion, emportant avec eux de la poussière charbonneuse, gagnent un tuyau de tôle (tuyau de poêle), puis la cheminée où ils montent rapidement jusqu'à l'air libre.

3. Pourquoi la fumée monte-t-elle d'elle-même dans la cheminée ? Le tirage.

Observations. — Près d'un poêle chaud vous pouvez constater l'existence d'un courant d'air ascendant, soit avec la flamme d'une bougie soit avec des fragments de papier de soie, soit à l'aide de l'amusant tourniquet à air chaud (fig. 4). C'est ce courant d'air qui fait monter les flammes verticalement.

Explications. — Vous savez que le principe d'Archimède s'applique aux gaz comme aux liquides¹. Or, l'air qui s'échauffe se dilate, devient donc plus léger que l'air environnant ; il est poussé vers le haut comme un ballon, comme une bulle de savon gonflée d'hydrogène.

1. Voir *L'enseignement des Sciences au Cours moyen* (Delagrave, éditeur), page 88.

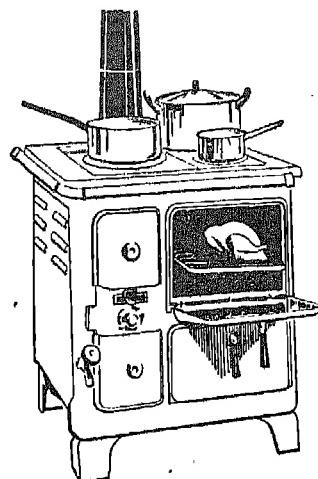
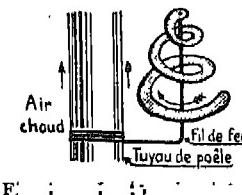


Fig. 3. — Cuisinière à bois ou

pour recevoir marmites ou casseroles.



F.

monte au volantage d'un corps chaud.

Ainsi s'explique que l'air, chauffé dans le foyer de la cuisinière, s'élève dans le tuyau de poèle et la cheminée. Il est remplacé dans le

foyer par de l'air froid. Un courant d'air s'établit donc qui traverse sans cesse le combustible pour gagner la cheminée. On dit que la cheminée a du tirage.

C'est ce courant d'air qui entretient la combustion du bois ou de la houille. Si on l'arrête en tournant la clef du tuyau de poèle (fig. 5), le feu se ralentit; on règle ainsi l'activité de la combustion. Il existe d'ailleurs un meilleur moyen de réglage: ouvertures pratiquées dans la

Fig. 5. — Clef d'un tuyau de poèle. Suivant la position qu'on lui donne, elle laisse passer ou arrête le courant de gaz chauds (fumée) qui vient du poèle.

il consiste à fermer plus ou moins les porte du foyer ou du cendrier, par lesquelles le courant d'air entre dans le foyer.

4. Avantages et inconvénients des cuisinières à bois ou à charbon.

AVANTAGES. — 1^o La chaleur dégagée par le combustible est en grande partie utilisée au chauffage des ustensiles, car le tirage pouvant être facilement réglé, la quantité d'air qui passe dans le foyer et s'en va dans la cheminée est faible. **La cuisinière est un appareil économique.**

2^o C'est un appareil commode; la ménagère peut préparer et surveiller les cuissons sans se courber.

3^o Installée dans une cuisine-salle à manger, une cuisinière chauffe la pièce en même temps qu'elle cult les aliments.

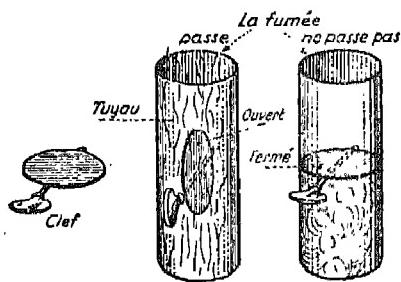


Fig. 5. — Clef d'un tuyau de poèle. Suivant la position qu'on lui donne, elle laisse passer ou arrête le courant de gaz chauds (fumée) qui vient du poèle.

il consiste à fermer plus ou moins les porte du foyer ou du cendrier, par lesquelles le courant d'air entre dans le foyer.

4. Avantages et inconvénients des cuisinières à bois ou à charbon.

AVANTAGES. — 1^o La chaleur dégagée par le combustible est en grande partie utilisée au chauffage des ustensiles, car le tirage pouvant être facilement réglé, la quantité d'air qui passe dans le foyer et s'en va dans la cheminée est faible. **La cuisinière est un appareil économique.**

2^o C'est un appareil commode; la ménagère peut préparer et surveiller les cuissons sans se courber.

3^o Installée dans une cuisine-salle à manger, une cuisinière chauffe la pièce en même temps qu'elle cult les aliments.

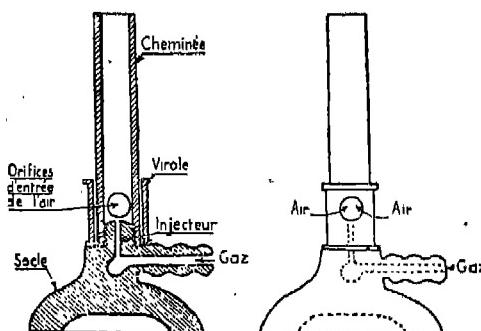


Fig. 6. — Béc Bunsen. C'est le plus simple des brûleurs à gaz. Déscrivez ses trois parties : socle en fonte avec injecteur de gaz, cheminée et virole avec orifices d'entrée de l'air.

INCONVÉNIENTS: — 1^o Il faut stocker du bois ou de la houille, les transporter, charger le foyer : manipulations salissantes.

2^o Le combustible laisse des cendres ; il faut nettoyer chaque jour le foyer et le cendrier ; et de temps à autre les conduits de fumée.

3^o L'allumage n'est pas instantané comme celui du gaz : ce n'est pas un chauffage très souple.

C. — *Chaudage au gaz d'éclairage.*

A la ville, c'est au gaz que la plupart des ménagères font la cuisine. Elles utilisent à cet effet des réchauds à gaz dont la partie essentielle est un brûleur. Pour en bien comprendre le fonctionnement, étudions d'abord le plus simple des brûleurs à gaz, le bœuf Bunsen, très utilisé dans les laboratoires.

5. Expérimentons avec un bœuf Bunsen.

La figure 6 vous montre les différentes parties de cet appareil : socle avec injecteur, cheminée avec orifices en face de l'injecteur, virole avec orifices semblables à ceux de la cheminée.

EXPÉRIENCES.

1^o Fermez avec la virole les orifices inférieurs de la cheminée et allumez le gaz. La flamme est longue, jaune.

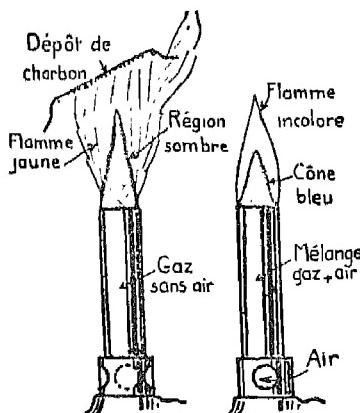


Fig. 7. — Flamme de gaz d'éclairage, brûlant dans un bœuf Bunsen.

A gauche, l'orifice d'entrée de l'air dans la cheminée est fermé par la virole.

A droite, cet orifice est ouvert et le gaz se mélange à l'air avant de brûler.

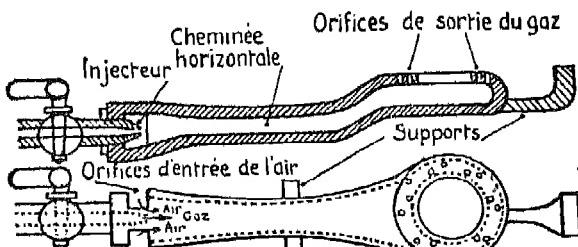


Fig. 8. — Brûleur de réchaud à gaz. C'est un bœuf Bunsen modifié : cheminée horizontale, terminée par une couronne creuse percée de petits trous par où sort le gaz mélangé d'air, pas de virole ; réglage de la flamme en tournant plus ou moins le robinet du tuyau d'arrivée.

vacillante, pas très chaude, car elle ne fait pas rougir un fil de fer.

Ecrasez cette flamme avec un corps froid, une assiette par exemple (fig. 7). Un dépôt noir s'y dépose ; c'est du charbon.

Le gaz brûle mal au sortir de la cheminée, seulement sur les bords de la flamme où il est au contact de l'air. C'est l'hydrogène qui brûle

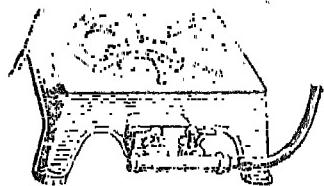


Fig. 9. — Réchaud à gaz. Il comporte deux brûleurs à gaz et un socle qui supporte les brûleurs et les casseroles

pâlit, se racourcit ; un cône bleu apparaît au sortir de la cheminée, entouré d'une région très pâle, presque invisible ; un fil de fer rougit vite ; la flamme est très chaude¹. Pourquoi ?

Le gaz qui jaillit de l'injecteur entraîne de l'air qui entre par les orifices de la cheminée. Air et gaz se mélangent en montant, si bien que la combustion est très active dès la sortie de la cheminée : tous les éléments du gaz sont brûlés, comme il a été dit dans la leçon précédente (§ 1, page 218).

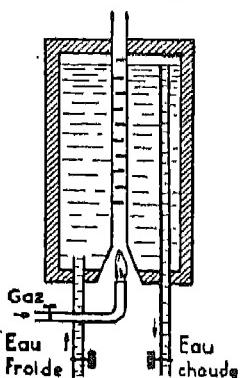


Fig. 10. — Schéma d'un chauffe eau d'hiver. Un brûleur genre Bunsen suffit à maintenir chaude l'eau du réservoir. Remarquez dans la cheminée les ailettes qui permettent une bonne utilisation de la chaleur de combustion du gaz.

6. Le réchaud à gaz.

Il comporte, un ou deux brûleurs et un socle qui sert de support au brûleur et aux ustensiles à chauffer (fig. 9).

La cheminée de chaque brûleur, horizontale, assez longue, se termine par une couronne creuse, percée en haut de petits trous. La virole n'existe pas (fig. 8).

Le gaz qui jaillit de l'injecteur entraîne de l'air qui pénètre par les orifices de base

1. Toutefois, il ne faut pas admettre trop d'air à la base de la cheminée ; sinon, cet excès d'air refroidit la flamme qui devient instable et le gaz a tendance à brûler à la sortie même de l'injecteur ; si cet accident arrive (on dit alors que le gaz brûle en dedans), il faut fermor l'arrivée d'air, avec la virole, puis la rouvrir lentement.

de la cheminée. Le mélange air-gaz sort de chaque trou de la couronne et brûle en formant un petit dard bleu, très chaud.

REMARQUE. — On fabrique des eudi-sinières à gaz qui comportent à la fois plusieurs réchauds et un ou deux fours.

7. Les chauffe-eau à gaz.

Ce sont des appareils qui permettent de disposer à volonté d'eau chaude, soit au dessus de l'évier, soit à la salle de bains pour la toilette.

Tous comportent un bec Bunsen ou un brûleur semblable à celui d'un réchaud à gaz, qui chauffe soit un réservoir d'eau (chauffe-eau d'évier) (fig. 10), soit l'eau courante circulant dans un serpentin de cuivre (chauffe-eau pour baignoire) (fig. 11).

8. Avantages et inconvénients du chauffage au gaz.

AVANTAGES. — 1^o Il est très propre : pas de combustibles poussiéreux à stocker et à manipuler ; pas de cendres à nettoyer.

2^o Il est très souple : allumage et extinction instantanés ; réglage facile du chauffage par l'ouverture plus ou moins grande des robinets ;

3^o Les appareils (réchauds, réchauds-fours, chauffe-eau...) sont peu encombrants et d'un entretien facile.

INCONVÉNIENTS. — 1^o Danger d'explosion et d'empoisonnement par suite d'une fuite de gaz.

2^o Produits de la combustion toxiques (gaz carbonique) : il faut

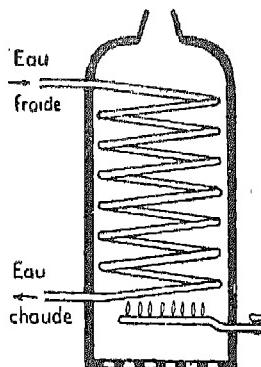


Fig. 11. — Schéma d'un chauffe-eau à gaz. L'eau froide circule dans un serpentin en cuivre chauffé par un puissant brûleur à gaz.



Fig. 12. — Marmite norvégienne. Elle économise le combustible pour les longues cuissons à l'eau : pourquoi ?

disposer les appareils sous une cheminée avec hotte¹, ou, à défaut, aérer très abondamment la cuisine.

9. Une ménagère avisée fait des économies en utilisant une marmite norvégienne.

DESCRIPTION. — C'est une caisse en bois capitonnée à l'intérieur, assez grande pour recevoir le récipient où l'on cuît la soupe familiale (fig. 12).

Le capiton se compose d'une couche épaisse (10 centimètres au moins) de matières filamenteuses enfermées dans une étoffe : laine ou plume autant que possible ; à défaut : poudre de liège, paille, fibre de bois, papier froissé. Un coussin, préparé de même, recouvre le récipient. Le tout est fermé par un couvercle.

USAGE. — La ménagère veut-elle faire une soupe qui, sur le feu, demanderait trois ou quatre heures de cuisson ? Après une demi-heure d'ébullition, quand la soupe bout à pleins bouillons, elle la porte vivement et l'enferme dans la norvégienne. *Quelques heures après*, la soupe est cuite et encore brûlante.

EXPLICATION. — La laine, la plume et surtout l'air qu'elles retiennent dans l'enchevêtrement de leurs fibres sont des substances très mauvaises conductrices de la chaleur. Elles ne se laissent traverser que très lentement par celle du récipient qui reste assez chaud pour que la cuisson s'achève sans feu.

Naturellement, il est impossible d'utiliser la norvégienne pour les grillades et les rôtis. Elle ne présente d'intérêt que pour les longues cuissons à l'eau ; et plus grande est la quantité d'eau bouillante contenue dans le récipient, plus lent est le refroidissement.

REMARQUE. — La marmite norvégienne sert de même à conserver la glace, la crème glacée, etc. Vous comprenez pourquoi.



Fig. 13. — Bouteille thermos
Décrivez-la. Le liquide qu'elle contient reste chaud très longtemps. Pourquoi ?

10. La bouteille thermos est commode pour conserver chaude une boisson.

Le moyen le plus efficace pour protéger un corps contre le refroidissement est de le placer dans le vide. C'est le principe de la bouteille thermos, à double paroi de verre, avec vide d'air entre les deux parois.

Elle est protégée contre les chocs par une enveloppe métallique, dont elle est séparée par une substance isolante élastique (carton ondulé) (fig. 13).

On l'utilise pour conserver chauds le café au cours d'un voyage, la tisane d'un malade pendant la nuit, etc..

Elle permet également, en été, de conserver longtemps de l'eau glacée.

1. Voir page 222 une hotte au-dessus d'un foyer

III. — DÉSUSMÉ

1. La cuisson des aliments à l'aide d'un feu de bois sous la cheminée n'exige qu'une installation très sommaire. Mais elle est incommodé et n'est économique que dans les régions très boisées.

2. La cuisinière à bois ou à charbon de terre est une caisse métallique divisée en plusieurs compartiments : foyer, cendrier, four, bouilloire.

Le réglage du feu se fait en tournant la clé du tuyau de poèle, ce qui arrête plus ou moins le tirage.

La cuisinière est un appareil bien adapté aux emmenses. Elle est économique car on peut y brûler de la houille, du coke et même des déchets de toutes sortes.

3. Les appareils de chauffage au gaz d'éclairage comportent soit, soit un bec Bunsen, soit des brûleurs qui fonctionnent comme au bec Bunsen.

L'arrivée de l'air doit être réglée pour que la flamme soit bleu pâle, très peu éclairante ; elle est alors très chaude.

Ce chauffage est propre, souple, très commode. Mais il présente deux graves dangers : l'explosion et l'empoisonnement.

4. Une ménagère avisée utilise une marmite norvégienne et une bouteille thermos.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Entretenez votre fourneau de cuisine. Pour qu'il fonctionne bien :

chaque matin, nettoyez le foyer et le cendrier ; ébinez les résidus pour garder les grésillons.

chaque mois, nettoyez les conduits de fumée : enlevez la suie qui s'y dépose. Entretenez les parois extérieures : lavez, séchez et préservez-les selon leur nature (plomburgine sur la fonte, graisse sur les parties nickelées ou en acier poli).

chaque printemps : faites ramoner la cheminée.

2. Pour économiser le combustible. Quand la cuisinière est allumée, 1^e utilisez toute la surface de chauffe et le four, pour faire cuire plusieurs plats en même temps.

2^e Brûlez les déchets ménagers qui sont combustibles (grésillons, coquilles de noix, boules de papier, etc.).

3^e Utilisez une marmite norvégienne pour vos cuissons à l'eau et, au besoin, faites-en une.

3. La plupart des cuisinières sont à retour de flamme, c'est-à-dire que les gaz chauds du foyer peuvent être conduits directement dans le tuyau de poèle, ou (par la manœuvre d'un clapet) n'y arriver qu'après avoir circulé autour du four ou de la bouilloire. — Rendez-vous compte de cette disposition sur la cuisinière de votre maison.

Lorsque celle-ci est allumée, observez l'effet produit sur le tirage quand il y a, ou non, retour de flamme.

29^e LEÇON

CHAUFFAGE DES APPARTEMENTS

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Comment votre classe est-elle chauffée en hiver ? — Est-ce un chauffage local (avec un poêle) ou un chauffage central (cafetière dans le sous-sol et radiateurs dans la salle de classe) ?
2. Si c'est un chauffage local, quel est le combustible employé ? Désiravez le poêle, l'allumage, l'entretien du feu.
3. Constatez avec une bougie allumée le courant d'air qui va du bas de la porte ou des joints des fenêtres vers le poêle. Ce courant d'air assure la ventilation de la salle et le tirage de la cheminée.
Comment règle-t-on l'activité du tirage ?
4. Existe-t-il une cheminée dans votre chambre à coucher. Désiravez-la en vous aidant de la fig. 1. Quel combustible y brûle-t-on ? Est-ce là un mode de chauffage commode ? économique ?
5. Désiravez un poêle à feu continu à l'aide de la fig. 4, au besoin. Quel avantage présente-t-il sur les deux modes de chauffage précédents (cheminées, poêle à feu intermittent) ? Quelle qualité essentielle doit avoir le combustible employé ? Où se fait toujours le réglage du tirage (avant ou après le foyer) ? Pourquoi ?
6. Si le chauffage central existe dans votre maison ou dans votre école, voyez comment il est installé et faites un schéma de l'installation. Expliquez son fonctionnement. Est-il confortable ? Pourquoi ?

II. — LEÇON

Notre santé et notre bien-être exigent que nos maisons soient chauffées en hiver. Des appareils de plus en plus perfectionnés ont été inventés à cet effet, grâce auxquels le confort de nos habitations s'est sensiblement amélioré.

A. — Qualités d'un bon chauffage domestique. Classification des systèmes de chauffage.

1. Quelles sont les qualités d'un bon chauffage domestique ?

1^o Il maintient la température des pièces au voisinage de 18°, sauf pour les chambres à coucher, où 10° suffisent, et la chambre du tout petit , où il faut 20°.

2^e Il est hygiénique : il ne vieie ni ne dessèche l'air ; n'introduit ni poussières, ni mauvaises odeurs dans la maison.

3^e Il ne fait courir aucun risque d'incendie.

Parmi les systèmes qui réalisent ces conditions, on choisit naturellement le plus économique et le plus commode (celui qui exige le moins de travail pour l'approvisionnement en combustibles, le nettoyage des appareils, l'entretien du feu, etc.).

2. Les systèmes de chauffage sont nombreux.

La chaleur nécessaire pour chauffer une maison est fournie, soit par des combustibles (bois, houille, coke, pétrole, mazout, gaz d'éclairage), soit par le courant électrique ¹.

Lorsqu'on emploie des combustibles, on peut :

ou bien installer un foyer dans chaque chambre : c'est le chauffage local ;

ou n'utiliser qu'un foyer unique pour chauffer toutes les pièces de la maison : c'est le chauffage central.

B. — Chauffage local.

Trois systèmes principaux sont en usage :

a) le feu se fait à l'air libre sous la cheminée ;

b) le feu se fait dans un espace clos : dans un poêle à feu intermittent.

c) le feu se fait dans un poêle à feu continu.

3. Les simples cheminées sont de plus en plus abandonnées.

Autrefois, on chauffait une pièce en brûlant du bois à l'air libre, sous la hotte d'une vaste cheminée, comme nous l'avons décrit pour la cuisine (page 222).

Les cheminées des appartements modernes sont beaucoup plus petites (fig. 1). Vous avez tous vu leur manteau de marbre qui fait saillie dans la pièce et remplace la hotte ; l'âtre, en briques rouges sous la gaîne de fumée ² ; les plaques de faïence blanche qui renvoient une partie de la chaleur vers l'intérieur de la chambre ; le tablier fait de trois seuilles de tôle qu'on peut élever ou abaisser à volonté.

1. Le chauffage électrique sera étudié plus tard (30^e Leçon).

2. Gaîne de fumée désigne le conduit dans lequel la fumée s'élève du foyer jusqu'au toit. Par cheminée, on entend parfois seulement la partie qui fait saillie dans la chambre.

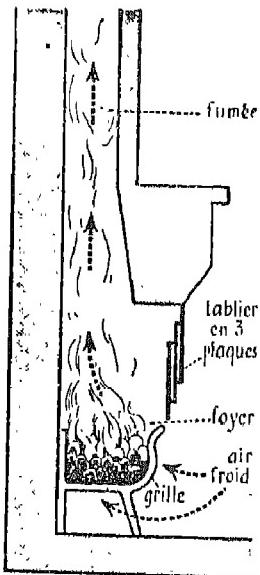


Fig. 1. — Feu de charbon dans une cheminée moderne. Les flèches indiquent le trajet de l'air qui traverse le combustible pour gagner la gaine de fumée.

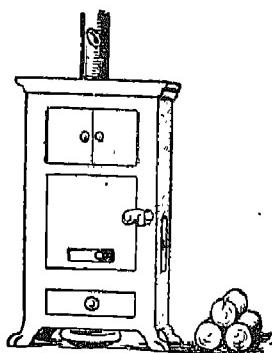


Fig. 2. — Poêle à bois à feu intermittent. Remarquez la clef qui permet de régler le tirage, donc l'activité du feu.

Le combustible (houille, coke, boulets...) brûle dans une grille, posée sur l'âtre, ou sur des chenets si c'est du bois.

Lorsque le tablier est abattu, le tirage est actif, un fort courant d'air venant de la chambre traverse le combustible et s'enfouit dans la gaine, emportant les fumées ; le feu est vif, mais le tablier le masque et la pièce reçoit peu de chaleur.

Lorsque le combustible est bien allumé, on lève le tablier ; le feu est moins ardent, mais il rayonne alors de la chaleur dans la chambre.

AVANTAGES. — 1^e C'est le mode de chauffage dont l'installation est la moins onéreuse ;

2^e c'est le plus *gai*, surtout quand on fait une belle flamme de bois ;

3^e c'est celui qui assure la meilleure ventilation de la pièce.

INCONVÉNIENTS. — 1^e Il est *couteux* : car la plus grande partie de la chaleur produite est emportée dans la cheminée ; 2^e Il ne chauffe que la partie de la chambre voisine du foyer ; 3^e Il exige beaucoup de travail : nettoyage de l'âtre, allumage, entretien du feu, essuyage des poussières de cendres qui se déposent sur les meubles, les murs, les vitres.

Aussi est-il abandonné ; il ne subsiste guère que comme *chauffage d'appoint* : en automne, quand les matinées sont froides et le chauffage central non encore allumé.

4. Les poèles à feu intermittent sont aussi de plus en plus rares.

Ce sont de véritables caisses en fonte, de tailles et de formes très diverses (fig. 2), mais comportant toutes, un foyer où le combustible brûle sur une grille. Les cendres tombent dans un tiroir situé sous la grille : le cendrier. Grâce au tirage, les fumées s'évacuent automatiquement par le tuyau de poêle dans la gaine de fumée : cette gaine est fermée en bas, par une porte de ramonage.

Le poêle en fonte est souvent émaillé à l'extérieur, ou s'il est en tôle de fer, habillé de briques en faïence blanche qui lui donnent un bel aspect. A l'intérieur, les parois sont parfois doublées de briques réfractaires.

Le combustible (bois, charbon de terre, coke...) brûle dans le foyer, échauffe les parois du poêle qui à leur tour chauffent l'air de la pièce. La fumée cède presque toute sa chaleur au tuyau et n'en emporte guère dans la cheminée. Ainsi, la plus grande partie de la chaleur produite chauffe la chambre : les poêles sont des appareils économiques.

L'activité du feu se règle, soit à l'aide d'une clef, qui ouvre plus ou moins le passage à la fumée dans le tuyau, soit à l'aide d'une ouverture pratiquée dans la porte du foyer ; une plaque mobile la ferme plus ou moins, à volonté, réglant ainsi l'arrivée de l'air.

Ce dernier système est préférable ; car si l'on ferme trop la clef, la fumée reflue dans la chambre et rend l'air nocif.

AVANTAGES.—1^e Appareils peu coûteux.

2^e Fonctionnement économique : la plus grande partie de la chaleur produite est bien utilisée à chauffer la pièce ; le poêle n'est allumé que lorsque la chambre est habitée.

INCONVÉNIENTS. — 1^e Chaque jour, avant l'allumage, il faut nettoyer le foyer et le cendrier, ce qui répand des poussières cendreuses dans la pièce.

2^e Si le combustible est du charbon de terre ou du coke¹, la paroi de fonte est parfois chauffée au rouge ; elle se laisse alors traverser par de l'oxyde de carbone qui se répand dans l'air de la pièce et peut empoisonner les personnes qui le respirent.

5. Les poêles à feu continu sont commodes et économiques, mais peu sûrs au point de vue hygiénique.

Ils ne diffèrent des poêles ordinaires que parce qu'ils peuvent recevoir une charge plus grande de combustible, suffisante pour brûler sans arrêt, pendant vingt-quatre heures (fig. 3). Ils ne sont donc nettoyés et chargés qu'une fois par jour, avant le balayage de la chambre.

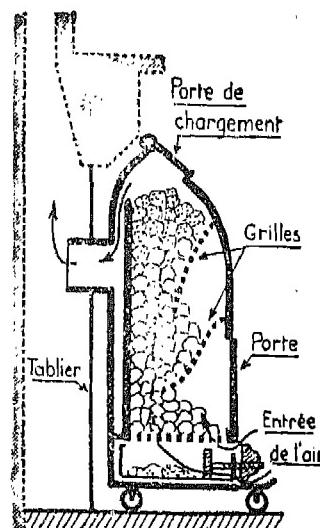


Fig. 3. — Poêle à feu continu, à coke ou à anthracite. Le réglage du tirage se fait sur l'entrée de l'air. (Ce modèle s'installe immédiatement en avant d'une cheminée moderne dont le tablier est abaissé).

1. La combustion du bois ne produit pas d'oxyde de carbene.

Le combustible, coke ou mieux anthracite, brûle lentement¹. Le tirage, donc l'activité du feu, se règle toujours sur l'arrivée d'air, non sur le tuyau de départ des fumées, pour éviter que les gaz de la combustion ne puissent refluxer dans la pièce.

AVANTAGES. — 1^o Ils sont économiques pour les mêmes raisons que les poêles ordinaires.

2^o Ils sont commodes, car l'entretien du feu exige peu de travail.

3^o Ils sont confortables parce que, chauffant nuit et jour, tout l'intérieur de la chambre (air, murs, meubles...) est à la même température.

INCONVÉNIENTS. — 1^o Ils n'assurent pas la ventilation.

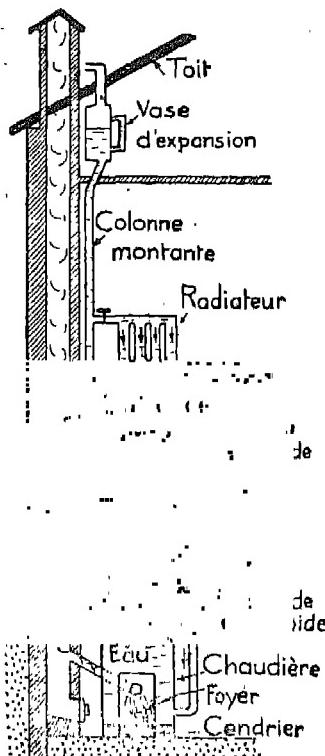


Fig. 4. — Chauffage central à eau chaude. Un seul foyer permet de chauffer tous les appartements d'un grand immeuble.

1. Pour cette raison, le poêle à feu continu est aussi appelé poêle à combustion lente.

2^o Ils sont plus dangereux que les poêles à feu interrompus, car le gaz carbonique, produit par la combustion du charbon au contact de l'air, traverse ensuite une haute colonne de charbon chauffé au rouge ; il s'y transforme en oxyde de carbone qui peut se répandre dans la pièce si le tirage est insuffisant : des empoisonnements mortels en résultent, surtout la nuit, alors que portes et fenêtres restent fermées. Les dormeurs ne sont pas suffisamment incommodés pour se réveiller.

N'INSTALLEZ JAMAIS UN POÊLE À FEU CONTINU DANS UNE CHAMBRE À COUCHER.

C. — *Chauffage central.*

Dans les maisons modernes, les appartements sont chauffés par un seul foyer à feu continu (un calorifère), généralement installé en sous-sol : c'est le chauffage central.

La chaleur est transportée dans les appartements par de l'eau chaude, ou de la vapeur d'eau, ou de l'air chaud.

1. Calorifère à eau chaude.

C'est un gros poêle à double paroi ; l'intervalle entre les deux parois est plein d'eau, le foyer est donc à l'inté-

rieur d'une véritable chaudière, ce qui évite les pertes de chaleur par rayonnement (fig. 4).

L'eau s'échauffe, se dilate et par suite devient plus légère ; elle monte alors dans un tube en fer qui aboutit à un vase d'expansion situé dans le comble, sous le toit.

A chaque étage, d'autres tubes, branchés sur le précédent, conduisent l'eau chaude à des radiateurs : appareils creux, en fonte mince, présentant une grande surface au contact de laquelle l'air s'échauffe. La température de la pièce peut ainsi être maintenue aux environs de 18°.

L'eau chaude qui traverse un radiateur se refroidit puisqu'elle cède de la chaleur à cet appareil. Devenue ainsi plus dense, elle redescend par des tubes jusqu'en bas de la chaudière. Elle parcourt donc automatiquement, c'est-à-dire d'elle-même, le circuit : chaudière, tubes, ascendants, radiateur, tubes descendants, chaudière, à la condition toutefois que tous ces appareils soient constamment pleins d'eau, ce qui est assuré par le vase d'expansion.

2. Chauffage à la vapeur d'eau.

L'installation est analogue à la précédente. Mais la quantité d'eau nécessaire est plus faible : elle bout dans la chaudière, la vapeur est conduite par des tuyaux calorifugés jusqu'aux radiateurs où elle se liquéfie et l'eau condensée redescend à la chaudière. *La circulation est donc automatique.*

C'est la chaleur dégagée par la condensation de la vapeur qui chauffe les radiateurs, ainsi que le montrent les expériences suivantes.

EXPÉRIENCES — 1. Une marmite ouverte contient de l'eau qui bout. Posez dessus un plat froid, qui la ferme comme un couvercle. Il est bientôt très chaud. Enlevez-le : de l'eau ruisselle à la surface qui était exposée à la vapeur.

2. Dans un ballon contenant de l'eau qui bout, introduisez un thermomètre dans la vapeur, la température monte rapidement à 100°, et vous voyez des gouttes d'eau condensée sur son réservoir.

3. De l'eau bout dans un ballon A (fig. 5). Un tube B conduit la vapeur dans l'eau du vase C qui est froide. Elle devient bientôt très chaude, parce que la vapeur, qui s'y condense dégage beaucoup de chaleur.

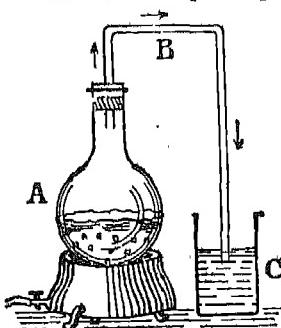


Fig. 5. — Dans le ballon A l'eau absorbe de la chaleur pour se vaporiser. Dans le vase C, la vapeur abandonne de la chaleur en se liquéfiant : l'eau de ce vase s'échauffe rapidement.

3. Chauffage à l'air chaud.

Une canalisation ne contenant que de l'air part du niveau du sol à l'extérieur de la maison, descend dans le sous-sol, traverse le calorifère où elle est plusieurs fois repliée sur elle-même, et de là gagne, en se ramifiant, les diverses pièces à chauffer où elle se termine par des orifices (bouches de chaleur), qu'on peut ouvrir ou fermer.

Un courant d'air circule sans cesse dans cette canalisation, allant de l'extérieur, où il est froid, au calorifère où il s'échauffe : il se dilate, devient ainsi plus léger et monte de lui-même, comme dans une cheminée, jusqu'aux bouches de chaleur, d'où il se répand dans les pièces à chauffer.

Ce système est simple (pas de radiateurs). Il assure une bonne ventilation des appartements. Mais l'air chaud qui arrive dans les pièces est sec, et amène parfois d'abondantes poussières. Il est de plus en plus abandonné.

4. Avantages et inconvénients du chauffage central.

AVANTAGES. — 1^e Il entretient, nuit et jour, dans toute pièce chauffée, une température douce, agréable, facile à régler par des robinets placés près des radiateurs.

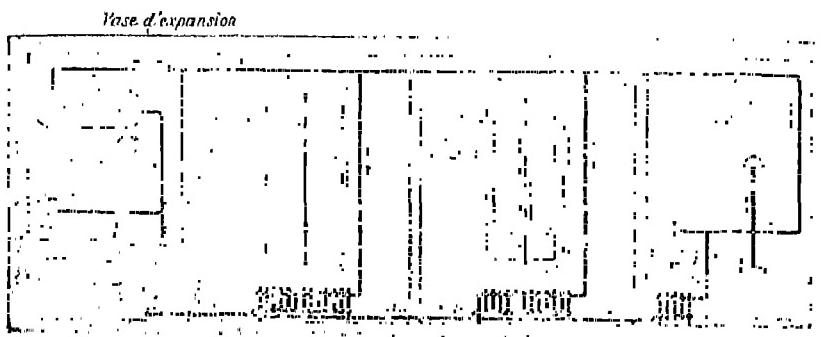


Fig. 6. — Chauffage central d'un appartement par la cuisinière. Décrivez cette installation.

2^e Il supprime dans les appartements, toute manipulation de combustible, tout nettoyage du foyer, tout entretien d'appareils ; il est donc très propre, et très commode pour la maîtresse de maison, qui n'a pas à s'occuper du calorifère.

INCONVÉNIENTS. — 1^e Son installation est coûteuse.

2^e Le chauffage à l'eau chaude ou à la vapeur n'assure pas la ventilation des pièces chauffées.

Néanmoins, les avantages du chauffage central sont si grands que toutes les maisons modernes des villes en sont pourvues, et que, dans les immeubles unicos, on installe le chauffage central par appartement (fig. 6).

III. — RÉSUMÉ

1. Un bon chauffage domestique ne fait courir aucun danger d'incendie ; il est sain ; il permet de maintenir la température des pièces au voisinage de 18°.

2. Le chauffage est dit local quand il y a un foyer dans chaque pièce chauffée. Trois systèmes principaux sont utilisés : le feu de cheminée, le poêle à feu intermittent, le poêle à feu continu.

3. Le chauffage est dit central quand un seul foyer (calorifère) permet de chauffer toutes les pièces d'habitation d'un immeuble. La chaleur du foyer est transportée dans les pièces, soit par de l'eau chaude, soit par de la vapeur d'eau, soit par de l'air chaud.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Videz le poêle de l'école. Nettoyez et astiquez-le. Préparez les combustibles nécessaires pour l'allumer et entretenir le feu (papier froissé, brindilles de bois, bûches, houille, etc.). Allumez et entretenez le feu. Attention aux poussières, débris de bois... Apprenez à travailler sans salir.

2. Même exercice à la maison.

3. Décrivez en détail, avec schémas et croquis, le mode de chauffage de votre maison. Faites ressortir ses avantages et ses inconvénients.

30^e LEÇON

LE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Une lampe électrique s'allume quand le courant passe, s'éteint dès que le courant cesse. Qu'est-ce donc qui porte le filament à une température si élevée ?
Touchez l'ampoule d'une lampe électrique allumée depuis quelque temps. Que sentez-vous ?
2. Les fils qui amènent le courant à une lampe électrique s'échauffent-ils quand la lampe est allumée ? Touchez-les pour le savoir. Comparez leur grosseur à celle du filament de la lampe. — Quelle est donc l'influence de la grosseur du fil sur la chaleur dégagée par un courant électrique ?
3. Avez-vous entendu parler d'*incendie* provoqué par un *court circuit* ? C'est que, par suite d'un accident à un fil électrique, le courant est devenu si fort que ce fil a été chauffé

jusqu'au rouge, ce qui a enflammé les matières combustibles voisines et communiqué le feu à la maison.

4. Ne vous est-il pas arrivé d'entendre dire lorsque la lumière électrique s'éteint brusquement : c'est un plomb qui a fondu ! — Un petit fil de plomb, métal qui fond très facilement, remplace le fil électrique sur une courte longueur. Si pour une cause quelconque, le courant devient trop fort, le fil s'échauffe et fond ; le courant est coupé, avant d'être devenu dangereux.
Examinez l'installation électrique de votre maison et faites-vous montrer les coupe-circuits à l'intérieur desquels sont placés les plombs ou fusibles ; enlevez le couvercle d'un coupe-circuit à tabatière pour les voir.

II. — LEÇON

Grâce à l'électricité, un grand progrès a été réalisé récemment dans le chauffage domestique. Vous le verrez au cours de cette leçon où nous allons étudier :

- 1^o *les propriétés calorifiques du courant électrique.*
- 2^o *le chauffage électrique des appartements.*
- 3^o *le chauffage électrique à la cuisine.*

A. — *Propriétés calorifiques du courant électrique.*

1. Le courant électrique échauffe les fils qui le conduisent.

OBSERVATIONS. — 1^o Vous avez tous allumé ou éteint une lampe électrique (fig. 1). Elle s'allume, c'est-à-dire que le filament qu'elle

contient devient éblouissant lorsque le courant y passe ; elle s'éteint, parce que le fil se refroidit, dès qu'on supprime le courant.

Concluons : le courant électrique échauffe les fils dans lesquels il circule.

2^e Les fils qui amènent le courant à la lampe s'échauffent aussi, mais si peu qu'il faudrait des expériences délicates pour le montrer : c'est qu'ils sont beaucoup plus gros que le filament de la lampe électrique.

La chaleur dégagée par le courant est donc d'autant plus grande :

- 1^e que le fil dans lequel le courant passe est plus fin ;
- 2^e que le courant lui-même est plus fort¹.

2. Avantages et inconvénients de la chaleur dégagée par le courant électrique.

AVANTAGES. — 1^e C'est grâce à cette chaleur que nous pouvons nous éclairer si brillamment à l'aide des lampes électriques à incandescence (vulgairement appelées ampoules).

2^e Elle permet le chauffage électrique (appartements, cuisine, fers à repasser, bouilloires... etc.).

INCONVÉNIENTS. — Mais cette chaleur est parfois gênante, voire dangereuse.

1^e Elle oblige à installer, entre les usines productrices du courant et les appareils où on l'utilise (lampes, réchauds, moteurs), des fils d'autant plus gros que le courant est plus fort ; et l'installation de ces gros fils coûte cher.

2^e Elle provoque des incendies, lorsque le courant devient accidentellement trop fort, à la suite d'un court-circuit par exemple. Elle oblige

1. On dit alors, qu'il est *incandescent*, d'où le nom de *lampe à incandescence* donné souvent aux lampes électriques.

2. On dit aussi *plus intense*.

3. Ces unités sont appelées *des Centrales électriques*.

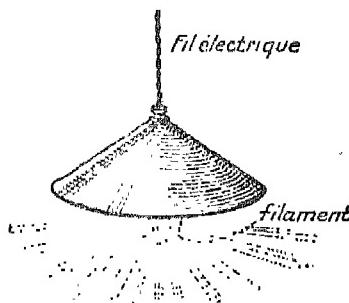


Fig. I. — Le courant électrique échauffe les fils dans lesquels il circule : c'est pourquoi le filament de cette lampe devient éblouissant quand le courant passe.

done à disposer sur les circuits électriques des appareils de sécurité qui coupent automatiquement le courant ayant qu'il ne soit devenu dangereux.

Le plus simple de ces appareils consiste en un fil métallique fin en plomb, appelé *fusible*, intercalé dans le circuit que le courant parcourt ; si celui-ci devient trop intense, le *fusible* s'échauffe tellement qu'il fond et le circuit se trouve ainsi coupé, d'où le nom de coupe-circuit (fig. 2) ; le courant ne passant plus, l'incendie est évité.

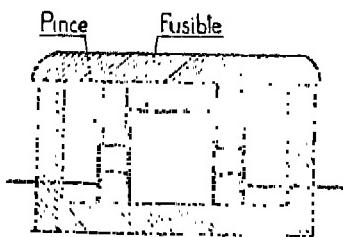


Fig. 2. — Schéma d'un coupe-circuit à fusible. C'est une petite boîte en porcelaine, qui contient deux pinces en laiton. Le couvercle (porcelaine) porte deux broches (laiton) qui s'engagent à frottement dur dans les pinces. Pour installer un coupe-circuit, on coupe un fil électrique et on fixe les bouts de la coupure sur les pinces à l'aide de vis.

Ce fil est assez fin pour s'échauffer fortement quand il est parcouru par le courant.

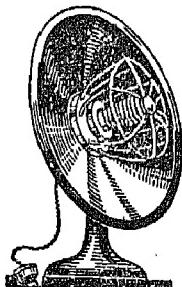


Fig. 3. — Radiateur électrique. C'est un petit poêle électrique. Remarquez le corps de chauffe au milieu de la cage en fil de fer qui le protège contre les chocs.

Il ne peut être enfermé dans une ampoule de verre trop encombrante et trop fragile. Il est donc au contact de l'air. Par suite, le métal dont il est fait doit être inoxydable¹, même chauffé au rouge sombre. C'est un alliage de nickel et de chrome (appelé nichrome) qui donne actuellement les meilleurs résultats.

Le fil chauffant ne peut être isolé au caoutchouc qui brûlerait à son contact. Il est nu ou enrobé dans une matière incombustible isolante, telle que la terre cuite ou la porcelaine.

L'ensemble, fil chauffant et isolant, constitue le corps de chauffe. Sa forme est adaptée à la place qui lui est réservée dans l'appareil chauffant.

2. Le radiateur électrique.

Le corps de chauffe est un cylindre isolant en terre cuite (fig. 3) ;

1. Sinon il serait trop vite hors d'usage.

le fil chauffant, enroulé en spirale pour être moins encombrant, est logé dans des rainures du cylindre. Il est porté au rouge sombre par le courant. Un miroir métallique concave renvoie la chaleur dans l'espace qu'on désire chauffer (fig. 3).

Ces radiateurs sont des appareils de faible puissance que l'on peut installer facilement sur le courant qui sert à l'éclairage (courant lumière). Ils ne peuvent donner qu'un *chauffage d'appoint* dans une pièce où l'on séjourne peu (cabinet de toilette, par exemple).

3. Le poêle pour chauffage par accumulation.

La chaleur est produite la nuit seulement parce que le courant est vendu moins cher la nuit que le jour¹. Elle chauffe des blocs de fonte enfermés dans une enveloppe de tôle émaillée ; on dit que la chaleur s'accumule dans ces blocs (fig. 4).

Pendant la journée suivante, la chaleur ainsi accumulée est transportée dans la salle par un courant d'air qu'un petit ventilateur électrique fait circuler autour des blocs de fonte.

Le courant qui passe dans un poêle à accumulation est trop fort pour être pris sur le circuit d'éclairage ; il est pris sur le circuit force, ainsi appelé parce que c'est lui qui alimente les moteurs électriques.

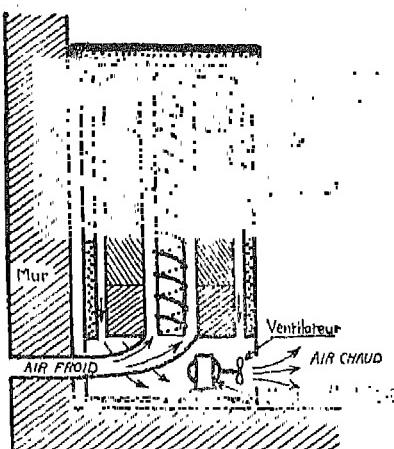


Fig. 4. — Coupe d'un poêle électrique à accumulation. Pendant la nuit le courant passe dans la résistance et la chaleur dégagée chauffe les masses de fonte. Au cours de la journée suivante, le ventilateur fait circuler autour de ces masses de l'air qui s'échauffe et s'en va dans la pièce à chauffer. Remarquez les parois calorifugées.

1. Pendant le jour et les premières heures de la nuit, beaucoup d'appareils électriques fonctionnent (moteurs dans les ateliers, par exemple) qui s'arrêtent dès que ferment les usines. La consommation est alors beaucoup plus faible la nuit que le jour.

Or, les centrales, qui fonctionnent sans arrêt, nuit et jour, ont intérêt à fournir du courant toute la nuit et toute la journée, quelle qu'elle vendent le courant environ 8 fois moins cher la nuit qu'au jour, soit de 12 à 14 heures (périodes dites des heures creuses).

4. Avantages et inconvénients du chauffage électrique des appartements.

AVANTAGES. — Il est *propre* : pas de combustibles, ni de cendres à manipuler.

Il est *commode* : il n'exige aucune main-d'œuvre puisqu'il n'y a que des interrupteurs à ouvrir ou fermer.

Il est *hygiénique* : il n'y a pas de gaz à évacuer.

Il est *souple*, car on peut chauffer ou arrêter le chauffage presqu'instantanément, avec la plus grande facilité. D'ailleurs des accessoires simples, appelés thermostats, règlent automatiquement la température de la pièce à la valeur désirée.

Enfin, si l'installation des fils qui transportent le courant est bien faite, il ne fait courir aucun risque d'incendie.

INCONVÉNIENTS. — Il est *coûteux* : c'est là son défaut capital, celui qui l'empêche d'être partout utilisé. Néanmoins, c'est le chauffage de l'avenir, lorsque les appareils seront moins chers et que l'énergie électrique, produite en plus grande abondance qu'aujourd'hui, sera aussi moins onéreuse.

C. — Le chauffage électrique à la cuisine.

1. La cuisson des aliments peut se faire à l'aide de réchauds ou de cuisières électriques.

a) Un réchaud comporte une résistance chauffante formée d'un fil enroulé en hélice et logé dans une rainure creusée dans un disque en terre

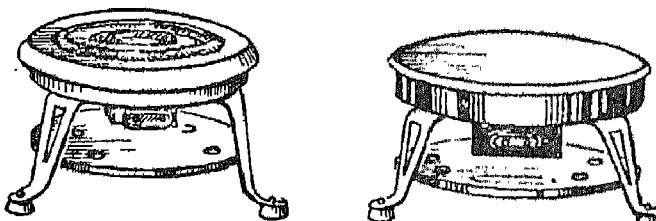


Fig. 5 et 6. — Réchauds électriques. A gauche, réchaud à fil chauffant visible dans les rainures circulaires d'une plaque en terre réfractaire. A droite, le fil chauffant est dissimulé sous une plaque de fonte polie.

réfractaire (fig. 5). Ce disque est fixé dans une monture métallique, qui sert aussi de support à la casserole qu'on veut chauffer.

Les modèles perfectionnés ont le corps de chauffe dissimulé sous une plaque de fonte circulaire, dont la partie supérieure est bien plane, pour assurer un bon contact avec le fond des casseroles, et par suite, un meilleur chauffage (fig. 6).

Le réchaud électrique est commode dans les pays où il n'y a pas le gaz d'éclairage ; il évite à la maîtresse de maison d'allumer sa cuisinière au bois ou au charbon lorsqu'il faut chauffer un peu d'eau, de lait, un petit plat.

b) La cuisinière électrique est un appareil beaucoup plus volumineux que le réchaud. Elle permet à la ménagère de faire toute sa cuisine à l'électricité. Elle comporte plusieurs plaques chauffantes pour les casseroles (fig. 7) et un four généralement équipé d'une voûte incandescente, d'une île chauffante obscure, et de parois calorifugées ; des boutons de réglage permettent de maintenir l'intérieur du four à volonté à 200° ou 250° ou 300°.

III. — RÉSUMÉ

1. Le courant électrique échauffe les fils qui le conduisent.

La chaleur dégagée est d'autant plus grande :

- 1^e que le fil est plus fin et plus long ;
- 2^e que le courant est plus fort.

2. La chaleur dégagée par le courant électrique permet l'éclairage par lampes à incandescence et le chauffage électrique.

Elle peut provoquer des incendies lorsque le courant devient, par accident (court-circuit), trop fort. On évite ce danger en intercalant des fils fins de plomb (plombs ou fusibles) dans le circuit électrique, à l'aide de coupe-circuits.

3. Pour le chauffage électrique on utilise la chaleur dégagée par le courant dans un fil de nichrome (alliage de deux métaux : nickel et chrome) qui ne s'oxyde pas dans l'air quand il est porté à la température du rouge. Ce fil, souvent enroulé en hélice, est supporté par une matière isolante réfractaire (terre cuite, porcelaine, mica).

Fil et support isolant constituent le corps de chauffe.

4. Le courant utilisé est, ou bien le courant qui sert à l'éclairage (courant lumière) pour les petits appareils (radiateurs pour appartements), ou bien le courant qui sert pour les moteurs (courant fort) pour les appareils puissants (poêle à accumulation pour appartements, réchauds et cuisinières électriques pour la cuisine).

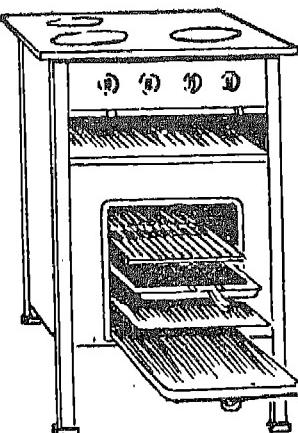


Fig. 7. — Cuisinière électrique. Celle-ci comporte 3 plaques chauffantes à la partie supérieure, et 1 four dont la porte ouverte laisse voir les accessoires : gril, rotissoire. Remarquez les 4 boutons qui servent à donner et à régler le courant dans les corps de chauffe.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Quels sont les appareils de chauffage électrique qui sont utilisés pour :

- a) le chauffage des appartements.
- b) le chauffage à la cuisine.

2. Apprenez à remettre un fusible.

a) Faites-vous montrer les coupe-circuits à fusible de l'installation électrique de votre maison.

b) Sont-ils *unipolaires*, (installés sur un seul fil électrique) ou *bi-polaires*, (installés sur deux fils voisins) ? Vous le verrez en relevant le couvercle de chacun d'eux.

c) Observez le fil fusible : comment est-il fixé ? Si il est brisé, remplacez-le par un fil identique (*de même nature, ni plus gros, ni plus fin*) : on vend dans les bazar des petites bobines de fusibles, et chaque ménagère en a au moins une en réserve. Surtout ne remplacez pas un fusible par un fil de cuivre ou de fer : il ne fondrait pas si le courant devenait dangereusement fort.

d) Vérifiez le serrage de toutes les vis de l'appareil : chacune d'elles doit être serrée à bloc.

e) Remettez le couvercle en place.

3. Si vous avez un réchaud électrique à votre disposition, notez le temps nécessaire pour chauffer 1/2 litre d'eau jusqu'à l'ébullition.

Si vous avez en outre un thermomètre à mercure, notez la température de l'eau au moment où vous donnez le courant, puis de minute en minute.

Représentez la variation de la température par un graphique.

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE UTILISATIONS DOMESTIQUES DU COURANT LUMIÈRE

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Observez d'abord le filament lumineux d'une lampe électrique allumée, puis la lampe enlevée de son support ; dessinez-la.
2. Observez comment on met une lampe en place et comment on l'enlève ; la pièce qui la supporte est une douille d'éclairage. Démontez une douille en dévissant la bague qui fixe la douille support sur la culasse (fig. 3) ; puis remontez-la.
3. Décortiquez un fil électrique : observez le fil conducteur en cuivre (souvent étamé à sa surface) et les gaines isolantes (caoutchouc et tresses de coton) (fig. 8).
4. Débrivez un interrupteur ; après avoir dévissé le couvercle, observez à l'intérieur la barrette mobile qu'on manœuvre, soit en tournant le bouton de l'interrupteur, soit en le faisant basculer (fig. 11).
5. Observez une prise de courant (fig. 12) son socle à douilles, fixé au mur; sa flèche avec ses broches qu'on peut enfoncez dans les douilles. Rendez-vous compte comment le courant peut ainsi être amené à un appareil ménager.

II. — LEÇON

La nuit venue, il faut éclairer les pièces habitées de la maison. A l'éclairage naturel par la lumière solaire succède l'éclairage artificiel par des lampes. Aujourd'hui presque partout, c'est l'éclairage électrique qui est utilisé.

A. — *Eclairage électrique.*

1. Examinons une lampe électrique.

Le filament qui nous éblouit lorsqu'elle est allumée en est la partie essentielle. C'est un fil fin (1/50 millimètre) d'un métal très difficile à fondre appelé tungstène*. Il est enroulé en hélice et supporté par le

1. L'hygiène de l'éclairage a été étudié précédemment (pages 113 à 115).

2. Le tungstène est un métal rare qui ne fond qu'à 2 750°. Le filament de la lampe atteint 2 500° quand le courant passe.

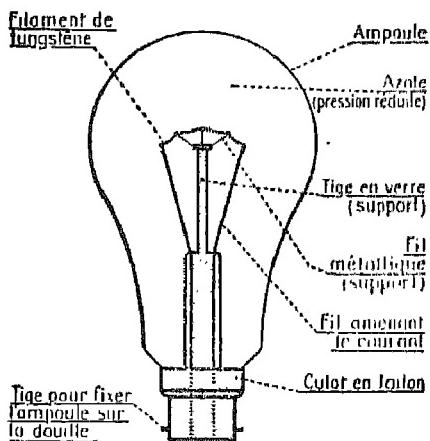


Fig. 1. — Lampe électrique. Remarquez les deux plots d'étain qui font saillie, en bas, sur la matière isolante qui empêche le culot. De chacun d'eux part un fil qui amène le courant au filament de tungstène.

Enfin, sur les côtés du culot, deux ergots servent à fixer la lampe sur une douille.

2. Chaque lampe électrique se monte sur une douille d'éclairage.

Regardez une lampe installée : elle est toujours portée par une douille (fig. 2 et 3), pièce à poste fixe qui présente une cavité dans laquelle on enfonce le culot de la lampe pour la mettre en place.

A l'intérieur de la douille, une pièce de porcelaine en forme de S porte *deux plots de jonction* (fig. 4) en cuivre ; chaque plot présente, d'une part un trou avec vis de serrage pour recevoir l'extrémité du fil qui amène le courant, d'autre part, un piston à ressort : petit tube de laiton monté sur ressort à boudin.

Lorsqu'on enfonce le culot de la lampe dans la douille, les plots d'étain du culot viennent au contact des pistons sur lesquels ils s'appuient fortement ; le courant électrique peut alors passer dans le filament (fig. 5).

1. L'argon est un gaz de l'air comme l'azote. Mais, tandis que dans 100 litres d'air il y a environ 80 litres d'azote, il n'y a que 1 litre d'argon.

fils qui amènent le courant et par d'autres ancrés sur une petite colonne en verre (fig. 1).

Si le filament était dans l'air, il brûlerait aussitôt qu'il serait porté à la température du rouge. C'est pourquoi on l'enferme dans une ampoule en verre avec un gaz qui n'entre pas dans les combustions (azote ou argon¹).

L'ampoule et la colonnette de verre sont scellées à l'aide d'une matière isolante dans le culot de la lampe, tube mince en laiton ou en aluminium. Chaque fil conducteur aboutit à un petit plot d'étain, qui fait saillie à l'extérieur sur la matière isolante du culot.

3. Comment le courant arrive-t-il jusqu'aux lampes ?

Il y est amené par une canalisation électrique qui a quelque analogie avec une canalisation d'eau.

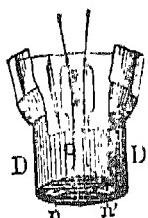


Fig. 2. Douille d'éclairage. En haut, culot de lampe électrique. En bas, douille en partie coupée pour montrer les différentes pièces.

(fig. 6 et 7), qui enregistre la consommation d'électricité.

4° Du compteur partent deux fils électriques (fig. 8) logés, soit dans des tubes cachés dans la menuiserie et les plafonds, soit dans des moulures (fig. 9), qui courent en haut des murs intérieurs, sous le plafond. De ces fils (conducteurs principaux) partent des dérivations qui conduisent le courant aux lampes électriques (fig. 6 et 10).

1. Lorsqu'il s'agit simplement de fournir du courant pour l'éclairage (COURANT LU-
MIÈRE) deux fils suffisent. — Mais si le courant doit faire tourner des moteurs ou servir au
chauffage électrique, trois fils sont généralement nécessaires (COURANT PUISE).

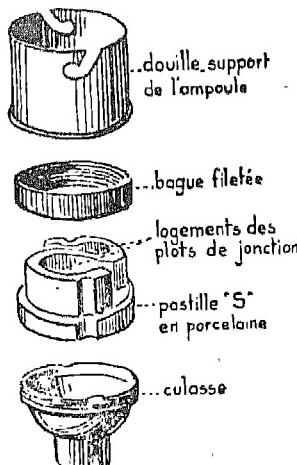


Fig. 3. — Douille d'éclairage démontée en plusieurs parties : douille support de l'ampoule, bague filetée, logements des plots de jonction, pastille 'S' en porcelaine, culasse.

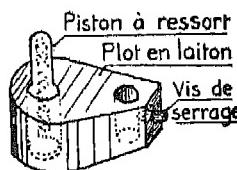


Fig. 4. — Plot de jonction d'une douille d'éclairage. C'est la pièce qui sert à relier l'extrémité d'un fil électrique amenant le courant au fil de la lampe (voir fig. 5).

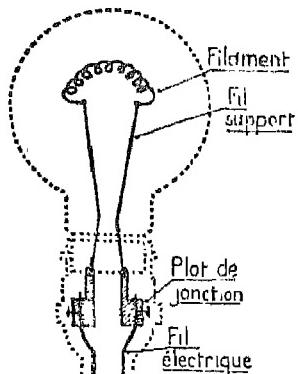


Fig. 5. — Circuit électrique d'une lampe. Il est figuré en traits pleins.

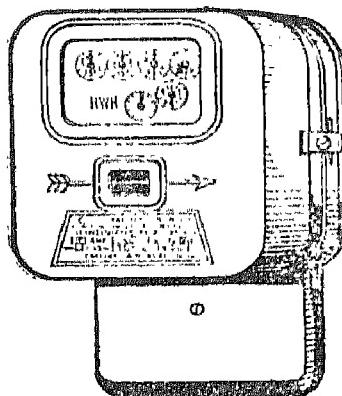


Fig. 6. — Compteur électrique.

Câbles de transport du courant

Fig. 7. — Schéma du circuit parcouru par le courant électrique depuis la dynamo qui produit le courant jusqu'aux lampes. Les points indiquent les contacts entre fils conducteurs.

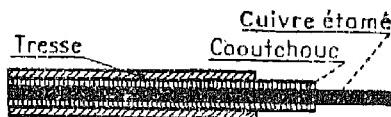
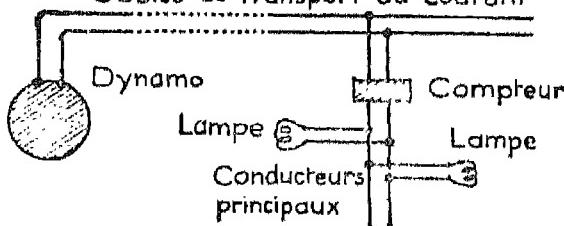


Fig. 8.— Coupe en long d'un fil électrique. Un fil de cuivre est enveloppé dans une gaine de caoutchouc protégée par une ou deux tresses de coton. Le courant ne passe que dans le fil de cuivre, qui est bon conducteur de l'électricité. Le caoutchouc est un isolant : il empêche le courant de quitter le cuivre.

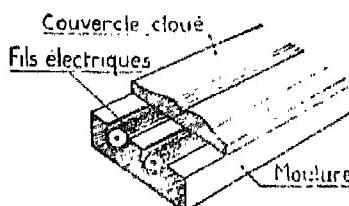


Fig. 9. — Moulure en bois pour fils électriques. Elle présente deux rainures pour recevoir les fils. Un couvercle est ensuite cloué sur la moulure.

REMARQUE. -- Outre les fils électriques et les appareils, toute installation électrique comporte les accessoires suivants :

1^e des interrupteurs, pour donner ou supprimer le courant à chaque appareil électrique correspondant au interrupteur (fig. 11).

2^e des fusibles, qui coupent automatiquement le courant s'il devient trop fort (à la suite d'un accident, par exemple) ; car, il risque

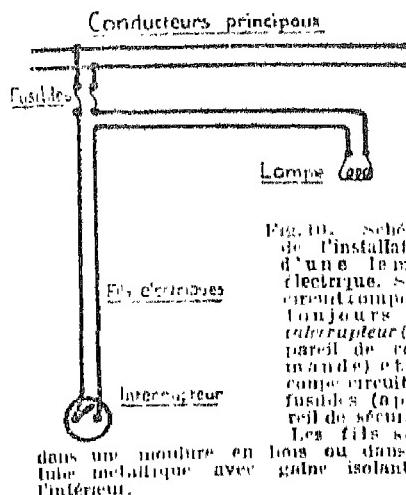


Fig. 10. -- Schéma de l'installation d'une lampe électrique. Son circuit comprend toujours un interrupteur (appareil de commande) et un coupe-circuit à fusible (appareil de sécurité). Les fils sont

dans un moulure en bois ou dans un tube métallique avec gaine isolante à l'intérieur.

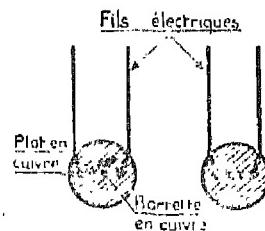


Fig. 11. -- Schéma d'un interrupteur électrique. Les fils conducteurs sont fixés à deux bornes en cuivre. Une barrette mobile qu'on manœuvre à l'aide d'un bouton s'appuie ou non sur les deux bornes. *A gauche* : circuit ouvert ; courant interrompu. *A droite* : circuit fermé ; le courant passe.

alors de trop chauffer les fils électriques et de provoquer un incendie. Les fusibles sont logés dans des coupe-circuits (fig. 2, page 240).

B. -- Utilisations domestiques du courant lumière.

L'installation de l'éclairage électrique dans une maison permet d'utiliser certains appareils ménagers fort commodes, tels que *bouilloire électrique, fer à repasser, aspirateur de poussières, etc...* Le confort à la maison s'en trouve accru.

1. Pour amener le courant à l'un de ces appareils, on utilise une prise de courant.

Chaque prise de courant comporte deux pièces : une *douille* et une *fiche* (fig. 12).

La douille, placée à poste fixe, à portée de la main, se compose d'un socle en porcelaine¹, à l'intérieur duquel sont deux tubes, ou *douilles*

1. Ou tout autre matière isolante.

proprement dites, en cuivre ; à l'extrémité de ces tubes aboutit un fil électrique de l'installation.

La fiche comporte une partie isolante en porcelaine, et deux tiges en cuivre (ou broches) que l'on peut enfoncer dans les tubes de la douille¹.

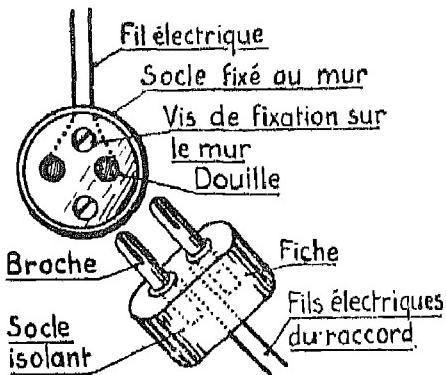


Fig. 12. — Prise de courant. Elle se compose de 2 pièces : un socle, en matière isolante, fixé au mur, et portant deux tubes ou douilles ; une fiche, en matière isolante, portant 2 broches rattachées aux fils du raccord.

Un cordon souple, constitué par deux fils électriques enveloppés dans une même gaine de caoutchouc, relie les broches à l'appareil utilisé : c'est le raccord de la prise.

Il suffit d'enfoncer les broches dans les tubes de la douille pour que le courant passe.

2. La bouilloire électrique.

C'est une bouilloire ordinaire, mais à double fond. Le corps de chauffe est logé entre les deux fonds (fig. 13).

3. Le fer à repasser électrique est de plus en plus répandu.

DESCRIPTION. — Il présente extérieurement (fig. 14) :

1^o une lourde base ou **semelle**, en métal inoxydable (fer chromé), donc facile à entretenir lisse et brillante ;

2^o un **capot**, également en fer chromé, qui recouvre la semelle ;

3^o un **support de poignée** fixé au capot ; la poignée est en bois, substance mauvaise conductrice de la chaleur, ce qui permet de la tenir directement à la main ; en avant, à gauche de la poignée, une petite plaque sert d'appui au pouce ;

4^o à l'arrière, se trouvent le **repouse-fer**, tige métallique recourbée, et le **connecteur** qui permet de relier le fer à la prise de courant par un raccord souple.

1. La fiche seule est souvent appelée *prise de courant*.

Démontons le fer en dévissant les écrous qui fixent la poignée sur le capot. Nous pouvons alors enlever celui-ci, puis la contreplaqué, et nous trouvons le corps de chauffe : c'est un fil de nickel-chrome enroulé sur une plaque isolante de mica, laquelle est serrée entre deux plaques de mica.

Les extrémités du fil de nickel-chrome sont reliées par des fils électriques isolés à la prise de courant.

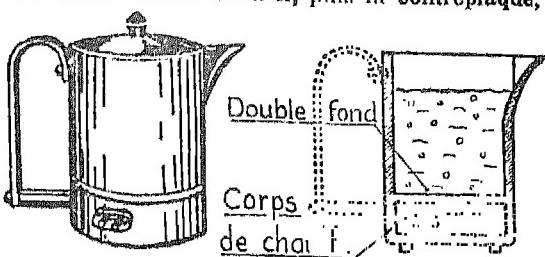


Fig. 13. — Bouilloire électrique. A gauche : vue extérieure. Remarquez les deux broches pour recevoir la prise de courant. A droite : coupe ; le corps de chauffe est fixé sous le double fond. Le corps de chauffe est constitué comme celui d'un fer à repasser.

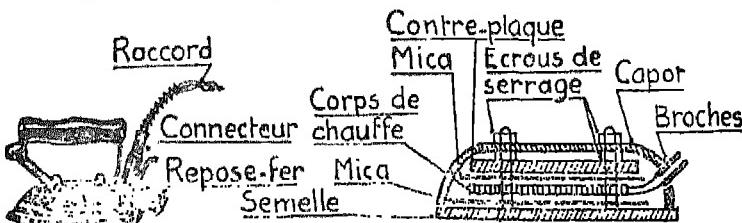


Fig. 14. — Fer à repasser électrique. A gauche, vue extérieure. Remarquez, à l'arrière, le connecteur sur lequel est fixé le raccord de la prise de courant. A droite, coupe, montrant la semelle, le corps de chauffe, entre deux plaques isolantes de mica, la contre-plaque, le capot. A l'extrême droite : les broches sur lesquelles on enfonce les douilles du connecteur. (Ne sont pas représentées les accessoires poignée, repose-fer).

FONCTIONNEMENT. — Il suffit de donner le courant en enfouissant les broches de la prise dans les tubes de la douille.

Quelques minutes après, la chaleur dégagée dans le fil de nickel-chrome porte le fer à la température convenant au repassage.

4. L'aspirateur de poussières.

C'est un appareil commode pour enlever les poussières des parquets, murs, tapis, tentures, etc. Il les aspire par une *ventouse* que l'on promène sur la surface de l'objet à dépoussiérer et les transporte dans un sac, vidé après chaque usage (fig. 6 et 7 page 108).

III. — RÉSUMÉ

1. La partie essentielle d'une lampe électrique est un filament métallique très fin que le courant porte à l'incandescence. Une ampoule en verre contenant de l'azote enveloppe ce filament qui brûlerait s'il était placé dans l'air.

2. Chaque lampe se monte sur une douille à laquelle aboutissent deux fils qui amènent le courant électrique.

3. L'installation électrique d'une maison comporte : un *compteur*, des *fits principaux* sur lesquels sont branchés les fils qui vont aux lampes, des *interrupteurs* et des *fusibles* logés dans des *coupes-circuits*.

4. L'installation de l'éclairage électrique dans une maison permet l'emploi d'appareils ménagers commodes, tels que : *fers à repasser électriques*, *bouilloires*, *aspirateurs de poussière*.

Pour amener le courant à l'un de ces appareils, on utilise une *prise de courant*, constituée par une *douille fixe* et une *ficelle à broches* portée par un *cordón souple*.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Examinez les indications portées sur le culot d'une lampe électrique. Par exemple : V 115-W 60 : Lisez : Volts 115 — Watts 60.

V 115 signifie que la lampe ne peut fonctionner que sur un réseau électrique dont la tension est 115 volts, car il y a des réseaux où la tension est de 220 et même de 400 volts.

W 60 signifie que la lampe consomme, *pendant chaque heure*, une quantité d'énergie électrique égale à 60 watts-heures. Plus la lampe consomme, plus elle donne de lumière.

Lorsque vous achetez une lampe électrique, le mieux est de remettre au marchand la lampe à remplacer (ou simplement son culot) pour qu'il vous en donne une pareille ; — sinon, il faut lui indiquer quelle est la tension de votre installation électrique (115, 220, 400... volts), et la puissance que vous désirez pour votre lampe (20, 40, 60, 100... watts).

2. Une lampe électrique porte l'indication W 60. Quelle quantité d'énergie électrique consomme-t-elle pendant 1 heure ? Si le *kilowatt-heure* (kWh) est payé 7 fr. 46, quelle est la dépense d'énergie électrique de la lampe pour 1 heure d'éclairage ? (1 kilowatt-heure vaut 1 000 watts-heures).

3. Examinez une quittance d'électricité. — Par exemple :

Prix du kWh	Chiffres relevés au compteur		Consommation		Redevances mensuelles		Taux	Montant de la quittance
	Index courant	Index précédent	kWh	Francs	Compteur	Branchem. et		
7,46	2 650	2 634	16	119,00	3,00	2,00	3,00	127,00

Elle indique :

1^e Le prix du **kilowatt-heure** (kWh) d'énergie électrique : **7 fr. 46**

2^e Les chiffres relevés ou compteur électrique par l'employé de la Société électrique (qui passe généralement tous les deux mois).

3^e La consommation d'énergie électrique : 16 kilowatts-heures (2 650-2 634) soit, à raison de 7 fr. 46 le kilowatt-heure : $7,46 \times 16 = 119 \text{ fr. } 36$ (arrondis à 119 francs).

4^e Les redevances dues à la Société électrique pour l'installation du compteur (3 francs) et du branchement (2 francs).

5^e L'impôt dû à l'Etat (timbre de quittance : 3 francs).

6^e Total : $119 + 3 + 2 + 3 = 127$ francs.

REMARQUE. — Le prix du kilowatt-heure est variable ; il est fréquemment augmenté.

4. Pour chauffer un appartement, on compte qu'il faut 40 watts par mètre cube. Combien coûte par jour le chauffage d'une pièce de $4 \times 5 \times 3 \text{ m.}$, occupée pendant 8 heures par jour, lorsque le prix du kilowatt-heure est de 5 francs.

5^e Sur la plaque d'un fer à repasser on lit « 110 V., 300 W. » Quelle est la dépense pendant trois heures, si le kilowatt-heure coûte 7 fr. 60.

Recommandations importantes

1. Un mode d'emploi accompagne généralement chaque appareil électrique ménager. Lisez-le attentivement.

2. Faire fonctionner un appareil chauffant sous la tension (*nombre de volts*) indiquée par la plaque signalétique est une condition essentielle de durée et de rendement. Vérifiez que cette tension est égale, à 5 % près, à celle indiquée sur le compteur ou sur les lampes électriques.

3. Ne laissez pas le courant inutilement sur un appareil. Presque tous les appareils chauffants continuent à chauffer un certain temps après coupure du courant ; il est économique de couper le courant avant la fin de l'emploi.

4. La durée d'un appareil chauffant est abrégée si sa température dépasse souvent celle qui correspond à son usage normal. Ne mettez pas le courant sur une bouilloire avant de la remplir. Inversement, coupez le courant avant de la vider.

5. Le fil souple d'un raccord n'est fait que pour amener le courant à l'appareil. Ne l'utilisez pas pour tirer sur la fiche de prise de courant ou sur le connecteur, ce qui entraînerait rapidement leur mise hors service. Pour mettre en place ou détacher une fiche de prise de courant, ou un connecteur, exercez directement votre effort sur ces pièces.

LEÇON DE RÉVISION

**LA MAISON MODÈLE
AU POINT DE VUE DE L'HYGIÈNE**

Comme application des dernières leçons, vous décrirez la maison qu'il vous plairait d'habiter : la maison modèle au point de vue de l'hygiène. Vous adopterez le plan que nous avons suivi et que nous rappelons sommairement.

A. — Construction.

La maison doit être sèche, aérée, ensoleillée.

1. Emplacement. — Terrain ni en contre-bas, ni dans un bas-fond, mais plutôt sur un coteau en pente légère vers le midi.

Sous-sol : perméable, non humide ; nappe d'eau souterraine plus profonde que les fondations.

Voisinages à éviter : mare, cours d'eau, grands arbres (*humidité*), usines (*fumées, gaz délétères*), hautes constructions (aération extérieure de la maison).

2. Matériaux de construction : imperméables. — *Murs* en béton armé ou en pierres ou briques non poreuses, avec mortier riche en chaux grasse.

Toit rigoureusement étanche avec chêneaux ou gouttières pour évacuer les eaux pluviales loin des fondations.

3. Orientation. — *Aération.* — *Ensoleillement.* — Façade principale exposée au midi, avec de hautes et larges baies.

4. Disposition intérieure et volume des pièces. — *Caves* en sous-sol sous toute la maison. — *Rez-de-chaussée* : surélevé par rapport à la cour.

Pièces spacieuses et hautes de plafond. — Chambres à coucher en nombre suffisant pour assurer le repos de chacun.

B. — L'eau à la maison.

De l'eau en abondance pour la propreté de la maison et de la famille.

1. Distribution de l'eau, eau courante avec nombreux postes d'utilisation, facilitant l'entretien des locaux.

Installation sanitaire avec eau courante et eau chaude (évier, lavabos, baignoire). Chasse d'eau aux waters-closets.

2. Evacuation des eaux usées. — Par le tout à l'égout s'il existe. Par une canalisation conduisant les eaux sales dans un puisard éloigné de la maison, les eaux et matières des cabinets d'aisance dans une fosse septique d'abord, dans le puisard ensuite.

C. — Chauffage de la maison.

Une température constante (voisine de 18°) dans tout le volume de chaque pièce chauffée, sans que l'air en soit vicié.

1. Le chauffage électrique est le plus commode et le plus souple.

2. Le chauffage central à eau chaude ou à vapeur est aussi sain que le précédent, presque aussi commode, mais moins souple.

3. Surtout pas de poêle à feu continu dans les chambres à coucher.

D. — Eclairage.

La maison doit être abondamment éclairée.

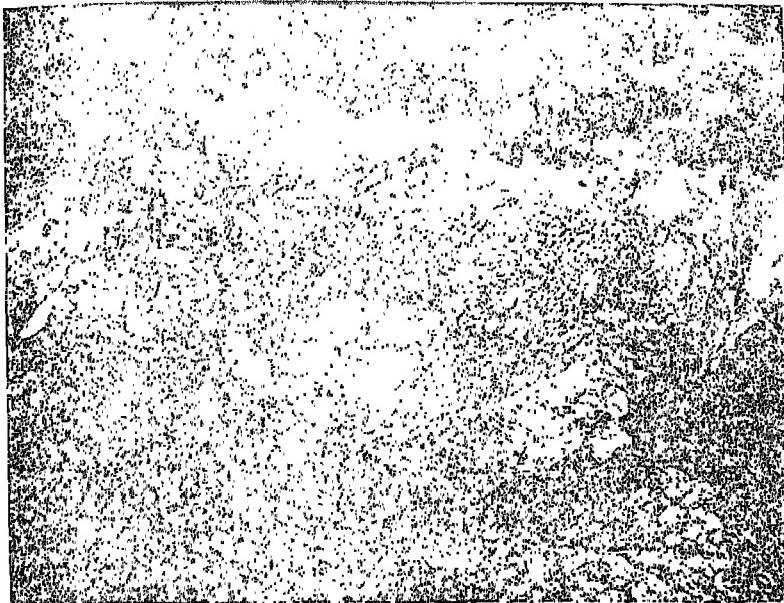
1. Eclairage de jour : il doit être suffisant (grandes baies, peintures et papiers peints de teintes claires, plafonds blancs) et uniforme (pas d'ombres dures, pas d'éclairage éblouissant en été : stores et rideaux pour tamiser la lumière).

2. Eclairage de nuit. — Assuré par des lampes électriques à incandescence.

Il doit être suffisant, uniforme, d'intensité constante.

L'éclairage indirect (lumière diffusée par une surface claire, le plafond par exemple) est celui qui fatigue le moins les yeux.

IV. — LE JARDIN



« ... En effet, combien en voyons-nous qui, las et
ennuyés, soit de la fatigue de la guerre et des
charges publiques, soit de l'oisiveté des villes et
de la Cour, ont pris le parti de se retirer à la
campagne pour y aller, comme dit le proverbe :
« Planter des Choux ». Combien d'autres y en
a-t-il qui se font un plaisir extrême de manger
des salades et des herbes, soutenant hardiment
qu'elles sont beaucoup meilleures que celles
des marchés et des jardiniers ordinaires... »

LA QUINTINYE,
(Espirte au Roy, 1730)

32^e LEÇON

LA VIE D'UNE PLANTE CULTIVÉE : LE HARICOT

I. — NAISSANCE D'UN PIED DE HARICOT LES DIVERSES PARTIES DE LA PLANTE

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Observez des graines de Haricot, les unes sèches, les autres gonflées après un séjour de douze heures dans l'eau. En un point de la surface, notez une petite cicatrice, le *hilus*, par où la graine s'attachait à la gousse.
2. Décorequez une graine de Haricot, gonflée par l'eau. Enlevez la peau ou *tégument*. Ecartez les deux *cotylédons*. Observez la *radicule*, la *tigelle* et la *gemmaire*. Notez bien les petites feuilles de celle-ci. Quelle partie de la plantule a une valeur alimentaire ? Pourquoi ?
3. Observez des graines de Haricot, aux différentes étapes de la germination. Eclatement du *tégument*, sortie de la *radicule*, allongement de la *tigelle*, développement de la *gemmaire*.
4. Observez un jeune plant de Haricot (âgé de 3 à 4 semaines). D'éterrez-le avec soin pour ne pas briser ses racines. Débarrassez celles-ci de la terre, en les agitant dans l'eau.
 - a) Observation des racines : *racine principale*, *racines secondaires*. Sur chaque racine, observez la *coiffe*, les *pôts absorbants*.
 - b) Observez les rameaux feuillés du jeune plant. Dans chacun d'eux distinguez la *axe*, les *feuilles*, le *bourgeon terminal*, les *boutons axillaires*. Observez une feuille : *limbe*, *pétiole*, *stipe*. Où sont situées les feuilles simples ? les feuilles composées de plusieurs folioles ?

Quel aspect prennent les feuilles du Haricot, le soir, quand la nuit vient ?

II. — LEÇON

Pour obtenir des pieds de Haricot, vous savez qu'on sème les *graines* de cette plante. Étudions l'une de celles-ci.

1. La graine du Haricot contient un petit pied de Haricot, à l'état de plantule.

Cette graine est aplatie, et l'un de ses bords est déprimé. Elle est recouverte d'une peau, ou *tégument*. Sur cette peau, on observe une petite cicatrice, le *hilus*. C'est par là que la graine s'est détachée de la gousse dans laquelle elle s'était formée (fig. 1 et fig. 4, p. 274).

Si on enlève la peau, on voit que la graine est presque complètement remplie par deux masses, appelées *cotylédons*. Ils sont pleins de substances nutritives et constituent la partie comestible et nourrissante de la graine.

Si on sépare les deux cotylédons l'un de l'autre, on observe qu'entre eux se trouve cachée une petite plante en miniature, ou *plantule*, formée par :

- une petite *racine*, ou *radicule* ;
- une petite *tige*, ou *tigelle* ;
- deux petites *feuilles* constituant la *gemma*.

On remarque en outre que les deux cotylédons sont attachés à la tigelle, dont ils sont les deux premières feuilles modifiées.

Ainsi, la graine du Haricot contient une petite plante en miniature ou *plantule*, comprenant une radicule, une tigelle, une gemme et deux cotylédons.

2. Naissance du pied de Haricot : la germination de la graine.

Meltons des graines de Haricot, sur de la mousse humide, dans une assiette creuse. Au bout de quelques heures, nous les verrons se gonfler et, le lendemain, elles commenceront à germer.

On observe alors les phénomènes suivants (fig. 2) :

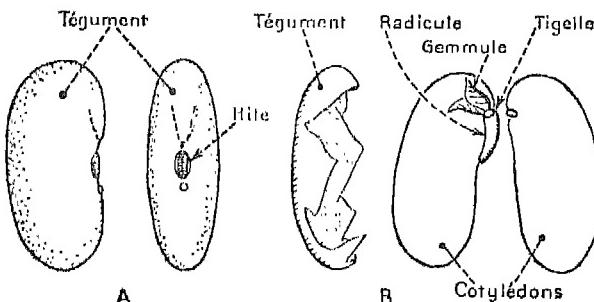


Fig. 1. — La graine du Haricot.
A, ce qu'on voit à la surface de la graine.
B, les différentes parties de la graine décortiquée.

a) La peau (ou tégument) se déchire près du hile ; par la déchirure, la radicule sort, s'allonge et s'enfonce dans le sol, devenant ainsi la première racine de la plante, sa *racine primaire*.

GERMINATION DU HARICOT

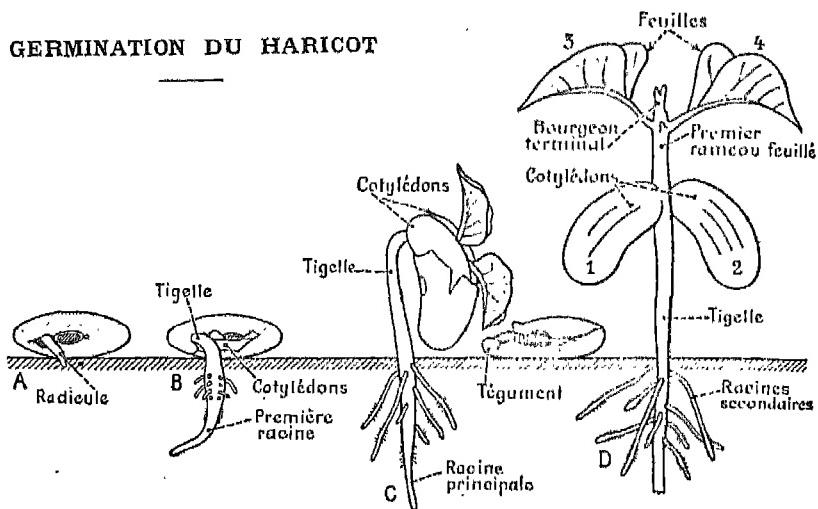


Fig. 2. — Les différentes étapes de la germination d'une graine de Haricot

b) La *tigelle* s'allonge et soulève la graine hors du sol ; quand la graine est ainsi soulevée, sa peau tombe ; les deux cotylédons et la gemmule sont donc mis à nu.

c) Puis les deux *cotylédons* s'écartent et prennent l'aspect de deux feuilles très simples. Pendant ce temps, entre les deux cotylédons, la *gemma* se développe très activement, et se transforme en un rameau garni de feuilles : c'est le *rameau feuillé primaire* du jeune pied de Haricot.

3. Une fois développé, le pied de Haricot est formé de racines et de rameaux feuillés.

Ces différentes parties sont représentées sur la fig. 3.

A. Les racines proviennent de la radicule. — Celle-ci a donné la *racine primaire*. Puis, sur la racine primaire sont nées des racines secondaires, qui ont, à leur tour, engendré des racines de troisième ordre, etc...

Ainsi s'est constitué le *système de racines* qui forme la partie souterraine de la plante et la fixe au sol. Chacune de ces racines comporte (fig. 4) :

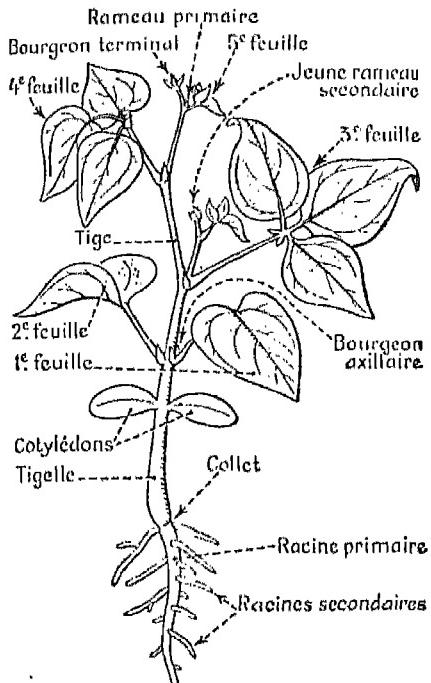


Fig. 3. — Un jeune pied de Haricot.

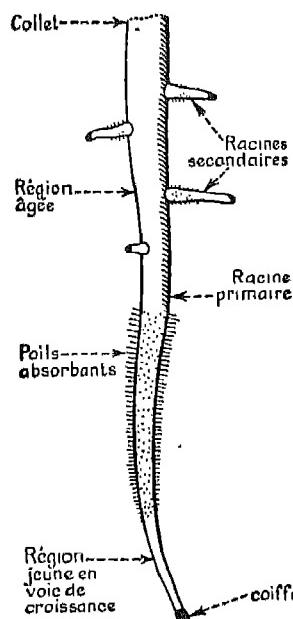


Fig. 4. — Une jeune racine de Haricot.

— une *coiffe* qui en protège le bout. Ce bout est formé de tissus tendres ; c'est par lui que se fait l'allongement de la racine ; les autres parties ne s'allongent pas.

— un manchon de *poils absorbants*, à quelque distance du bout. Ce sont eux qui absorbent l'eau et les aliments du sol.

— une région plus âgée où apparaissent les *ramifications secondaires*.

B. Les rameaux feuillés proviennent de la gemmule. — Chaque rameau se compose d'une *tige* garnie de *feuilles* (fig. 3).

Au sommet de la tige, s'observe un *bourgeon terminal*. C'est par là que la tige s'allonge et qu'il se forme de nouvelles feuilles à son sommet.

Dans le creux, situé entre la queue de chaque feuille et la tige, se trouve un petit bourgeon, appelé *bourgeon axillaire*. Chaque bourgeon axillaire peut, en se développant, engendrer un nouveau rameau feuillé, fixé sur le premier.

Ainsi, la gemmule a donné le *rameau principal* de la plante. Les bourgeons axillaires de celui-ci ont ensuite engendré des *rameaux secondaires*, qui peuvent se ramifier à leur tour. C'est de cette manière que se forme la partie aérienne de la plante, dont les *feuilles* puisent dans l'air les substances indispensables à la vie de celle-ci.

Nous avons observé la tige d'un Haricot de variété *maine*. Mais il existe des variétés de *Haricots grimpants*, plus proches de la forme sauvage, qui entourent leurs tiges autour d'un support (fig. 5). A ces dernières, il faut fournir des rames pour qu'elles puissent s'élever en l'air.

C. Chaque feuille comprend deux parties : le *limbe* et le *pétiole*.

a) Le *limbe*, c'est la feuille proprement dite, plate et verte, avec ses nervures. Chez le Haricot, le limbe des deux premières feuilles est *simple*. Celui des feuilles suivantes est *subdivisé*. On dit qu'il est *composé* et les parties qui le forment sont des *folioles*.

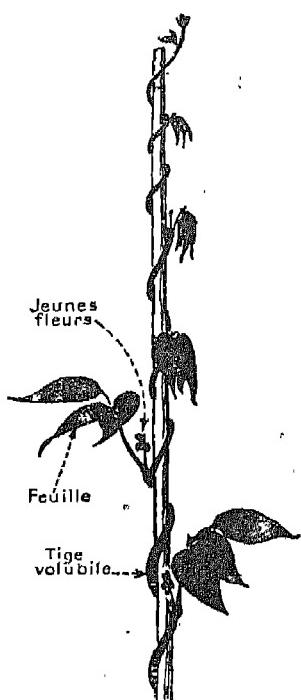
b) Le *pétiole*, c'est la queue de la feuille. À sa base, il s'épaissit un peu et s'élargit pour mieux s'attacher sur la tige. On y voit deux petites langinettes vertes, ou *stipules*, l'une à droite, l'autre à gauche.

Fig. 5. — Tige de Haricot grimpant. Elle s'enroule autour d'un support. On l'appelle une *tige volubile*.

Chaque soir, les feuilles du Haricot se mettent en sommeil. Le pétiole se redresse légèrement le long de la tige, tandis que les folioles s'abaissent. Elles se relèvent, au soleil, le jour suivant (fig. 6).

4. Comme le Haricot, toutes les plantes à fleurs sont composées de racines et de rameaux feuillés.

Soit par exemple un *arbre*, comme le Cerisier. Ses *racines* s'enfoncent



dans le sol. Les plus âgées sont très grosses. Les plus jeunes sont très grêles; on les appelle des *raigicelles*. Elles forment dans le sol un chevelu, et sont couvertes de poils absorbants.

Le tronc de l'arbre a d'abord été un rameau feuillé. Mais ses feuilles en sont tombées depuis longtemps. Le tronc est donc une *tige*, dépouillée de ses feuilles, et devenue très grosse. Il en est de même des *branches*: ce sont aussi les tiges de rameaux qui ont perdu leurs feuilles, et ont grossi.

Seuls, les plus jeunes rameaux sont couverts de *feuilles*, mais ils les perdront quand viendra l'automne. Ils portent aussi des *bourgeons*, qui donneront de nouveaux rameaux feuillés l'année suivante.

III. — RÉSUMÉ

Comme le Haricot, toute plante à fleurs naît d'une graine.

La graine contient la jeune plante, à l'état de plantule. Celle-ci comprend : une *radicule*, une *lyelle*, une *gemmaire* et un ou deux *cotylédones*.

Quand la graine germe, la radicule devient la racine principale de la plante, puis la gemmaire donne le premier rameau feuillé de celle-ci. Ensuite, la racine principale produit des racines secondaires sur ses flancs ; les bourgeons du premier rameau feuillé donnent des rameaux secondaires.

La racine possède une coiffe et porte des poils absorbants. C'est elle qui fixe la plante au sol et y puise la nourriture de la plante.

Les feuilles comprennent un limbe et un pétiole. Les tiges servent d'intermédiaires entre les racines et les feuilles.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. *Faire germer diverses graines*: Pois, Lentilles, Laitue, etc... Ou bien, récoltez

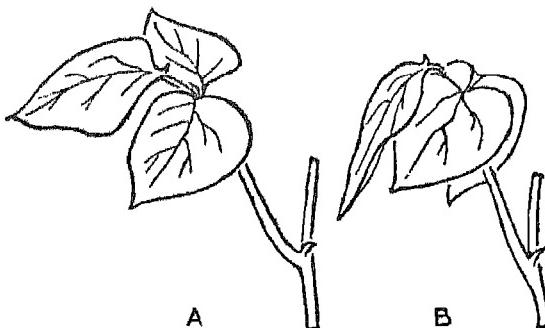


Fig. 6. — Le sommeil du Haricot.
A, feuille du Haricot, à l'état de veille, dans la journée.
B, position de sommeil de la même feuille, le soir.

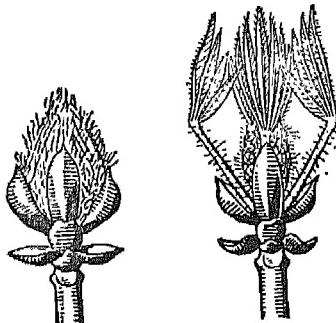


Fig. 7. — L'élosion d'un bourgeon de Marronnier.

dans les bois, au printemps, des *plantules d'arbres*. Comparez les plantules ainsi observées à celles du Haricot. Y retrouver la radicule, la tige, les cotylédons, la gemmule.

2. Observez des *rameaux feuillés* de divers *arbres ou arbustes*: Chêne, Cerisier, Lilas, Fusain, etc... Y retrouver la tige, les feuilles, les bourgeons. Comment les feuilles sont-elles disposées ? Comparaison avec le Haricot.

3. Observez diverses *racines* : de Ricin, de Dahlia, de Lierre, etc... Notez les différences avec les racines du Haricot.

4. Observez des *bourgeons* de Marronnier en voie d'élosion, au printemps. Chacun d'eux était protégé par des écailles, s'écartant pour laisser sortir le jeune rameau feuillé contenu dans le bourgeon à l'état d'ébauche. Suivez ce développement. Cela est facile : il suffit de placer, dans un verre d'eau, la base d'un rameau pourvu de son bourgeon terminal (fig. 7).

33^e LEÇON

LA VIE D'UNE PLANTE CULTIVÉE : LE HARICOT (suite)

II. — COMMENT LE HARICOT SE NOURRIT

I. — OBSERVATIONS

1. **Le besoin d'eau des plantes.** Laissez un pied de Haricot cultivé en pot sahs l'arroser pendant plusieurs jours. Qu'arrive-t-il quand la terre devient sèche ? Comparez l'aspect de la plante à celui d'une autre dont le pied est maintenu humide.
2. **Le rôle des pollis absorbants.** Répétez l'expérience de la fig. 3 avec un jeune plant de Haricot.
3. **La montée de la sève brute dans les tiges.** Sectionnez une tige de Vigne, ou d'arbre fruitier, au printemps, puis observez les « pleurs » formés par la sève montante.
4. **La transpiration des plantes.** Répétez l'expérience de la fig. 5.
5. **La chlorophylle, le sucre et l'amidon.** Observez des feuilles vertes, colorées par la *chlorophylle*, des feuilles étiolées. Qu'arrive-t-il quand on recouvre une salade d'un pot à fleurs ? Comment fait-on blanchir la Chicorée, les Endives, le Céleri ?
6. **Le rôle de la sève élaborée.** Observez un tronc d'arbrisseau sur lequel a été réalisée une décorticication annulaire. Dites dans quel sens circulait la sève élaborée capable d'engendrer de nouveaux tissus ?
7. **Les réserves nutritives.** Observez des organes gorgés de réserves nutritives. A quoi serviront plus tard ces réserves ?
8. **La respiration des plantes.** Répétez l'expérience de la fig. 7 avec un pied de Haricot.

II. — LEÇON

Vous savez déjà que les plantes ne mangent pas, comme mangent les animaux. Et pourtant, elles vivent, grandissent, forment des fleurs.

et des fruits. Il faut donc qu'elles se nourrissent. Examinons comment le pied de Haricot puise cette nourriture dans les milieux qui l'entourent : le sol et l'air.

A. — Au niveau des racines : absorption de la sève brute.

1. Les racines puisent dans le sol beaucoup d'eau.

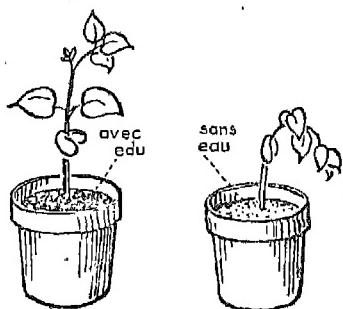


Fig. 1. — Sans eau, le Haricot se faner, puis meurt.

2. Avec l'eau, les racines absorbent des substances minérales nutritives.

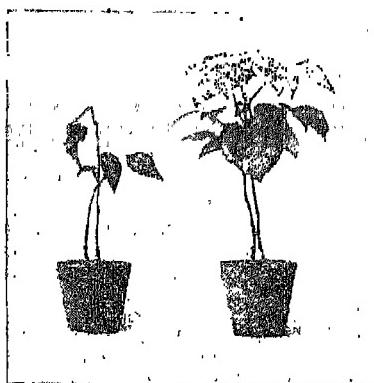


Fig. 2. — Le Haricot a besoin d'aliments. Le pied de gauche est cultivé sur du sable lavé, arrosé d'eau pure ; celui de droite sur le même sable, arrosé d'une solution contenant du nitrate et du phosphate de potasse.

Voici un pied de Haricot en pot. Laissez-le plusieurs jours sans l'arroser. Bientôt la terre se dessèchera. La plante sera *privée d'eau*. Alors, on la verra se faner, puis périr (fig. 1).

Voilà pourquoi le jardinier doit arroser ses légumes quand il ne pleut pas : pourquoi, à la campagne, les cultivateurs redoutent les longues périodes de sécheresse.

2. Avec l'eau, les racines

absorbent des substances minérales nutritives.

Le pied de Haricot, que nous avons obtenu par germination d'une graine, peut se développer quelque temps sans recevoir autre chose que de l'eau. C'est qu'il consomme les aliments mis en réserve dans ses cotylédons. Quand ceux-ci sont flétris, la plante manque de nourriture : elle s'étoile, puis meurt. Or, les Haricots qui ont été semés dans la terre vivent et se développent : *les plantes trouvent donc dans le sol les substances minérales qui sont pour elles des aliments.*

Un sol n'est fertile que s'il contient ces substances en quantité suffisante, aussi le cultivateur en répand-il dans ses champs sous forme d'*engrais*,

pour augmenter ses récoltes. L'expérience représentée sur la fig. 3 montre l'importance de ceux-ci pour le développement des plantes.

C'est la solution dans l'eau des substances nutritives qui forme la *sève brute*.

3. Les racines puisent la sève brute dans le sol par leurs poils absorbants.

On le prouve par l'expérience représentée fig. 3. A gauche, les poils absorbants sont dans l'eau ; la plante demeure vivante. A droite, ils sont dans l'huile ; ils ne peuvent donc pas absorber d'eau ; et la plante dépérît.

4. Quand les racines ont absorbé la sève brute, elles la font monter dans les tiges, vers les feuilles.

Elles exercent sur la sève brute une poussée considérable, qui la fait monter jusqu'aux feuilles, même quand la plante est un grand arbre de 30 mètres de haut.

On s'en rend bien compte quand on taille la *Vigne* ou les arbres fruitiers au printemps. Dès qu'on vient de couper une branche, la section émet des *pleurs*, grosses gouttes de sève brute qui tombent sur le sol (fig. 4).

B. — Dans les feuilles : transformation de la sève brute en sève élaborée.

Quand la sève brute est montée jusqu'aux feuilles, elle s'y transforme en sève nourricière, ou *sève élaborée*.

1. Par transpiration, la sève brute perd une grande partie de son eau.

Cette eau s'évapore dans l'air. La vapeur

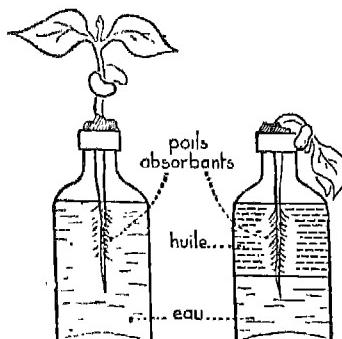


Fig. 3. — Cette expérience montre le rôle des poils absorbants : expliquez-la.

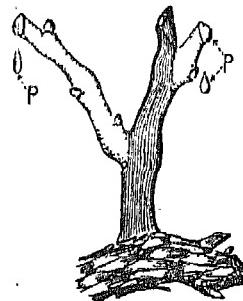


Fig. 4. — Les pleurs de la Vigne.
Ce sont les grosses gouttes de sève p qui tombent sur le sol quand on vient de tailler ses branches, au printemps.

sort par des trous microscopiques très nombreux sur le dos du limbe des feuilles.

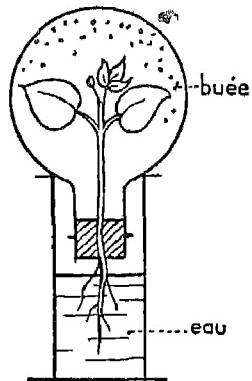


Fig. 5. — Le Haricot transpire.
de l'air.

Expérience. — Enfermons un rameau feuillé de Haricot dans un ballon bien sec. Plaçons le tout au soleil. La vapeur, que les feuilles dégagent en transpirant, se condense sur les parois du ballon, sous forme de gouttes d'eau qui ruissellent (fig. 5).

La quantité d'eau que les plantes rejettent en transpirant est considérable. On estime qu'un hectare d'avoine transpire chaque jour 25 tonnes d'eau ! Vous comprenez alors pourquoi les pays sans pluie sont des déserts.

2. A la lumière, les feuilles vertes fabriquent du sucre et de l'amidon, en combinant l'eau de la sève brute avec le gaz carbonique de l'air.

C'est une propriété de la *chlorophylle*, substance qui colore les feuilles en vert. La fonction de cette substance, ou *fonction chlorophyllienne*, est d'absorber le *gaz carbonique* de l'air et de le combiner à l'eau

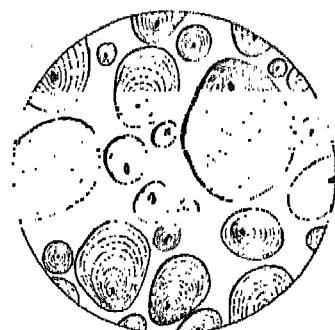
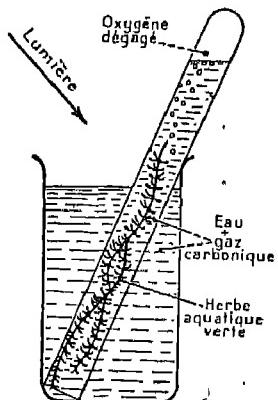


Fig. 6. — La fonction chlorophyllienne.
A gauche, une expérience qui montre la fonction chlorophyllienne. Une plante aquatique verte est enfermée dans un tube plein d'eau enrichie en gaz carbonique. A la lumière, la plante absorbe le gaz carbonique et dégage de l'oxygène.
A droite, quelques grains d'amidon de pomme de terre, vus au microscope. Voilà ce que fabriquent les plantes vertes, à la lumière, avec le gaz carbonique de l'air.

de la sève brute, ce qui aboutit à la formation de sucre et d'amidon. La combinaison s'accompagne d'un dégagement d'oxygène.

On a donc :

gaz carbonique + eau → sucre et amidon + oxygène

Ainsi, le gaz carbonique est, pour les plantes vertes, un aliment essentiel, sans lequel elles ne pourraient vivre.

La fonction chlorophyllienne ne s'effectue que si la plante reçoit les rayons du soleil. Elle s'arrête donc la nuit. Par suite, les plantes vertes ne sauraient vivre à l'abri de la lumière. Quand on fait germer des graines à l'obscurité, on constate que les jeunes plants restent incolores : la chlorophylle ne se forme pas. La fonction chlorophyllienne n'ayant pas lieu, les plants demeurent grêles et souffreteux et finissent par mourir.

3. Dans les feuilles, la sève brute est devenue la sève élaborée.

Elle renferme moins d'eau que la sève brute. Elle contient du sucre et d'autres substances encore. C'est la vraie sève nourricière. Elle redescend alors des feuilles vers les racines pour nourrir, au passage, les divers organes de la plante.

Dans la plante, la sève brute monte dans de fins tubes, ou canaux, situés dans la racine, la tige et les feuilles. La sève élaborée redescend par d'autres canaux. Vous pourrez voir ces fins tubes, en décortiquant avec les ongles une tige de Haricot. Ce sont ces canaux qui forment les nervures des feuilles.

4. La nutrition de la plante par la sève élaborée.

Formée dans les feuilles, la sève élaborée se répand ensuite dans toute la plante, où ses aliments remplissent une triple fonction.

A. La sève élaborée permet la croissance de tous les organes. — C'est elle qui permet la formation de nouvelles racines, la formation et le développement des bourgeons, la croissance des tiges et des racines, la formation des fleurs, des fruits et des graines.

B. La sève élaborée permet la formation de réserves. — Telles sont celles qui s'accumuleront dans les cotylédons des graines quand celles-ci se formeront dans les fruits, la féculle des pommes de terre, le sucre des betteraves, etc...

C. Les aliments de la sève élaborée peuvent être brûlés par la plante qui respire comme les animaux.

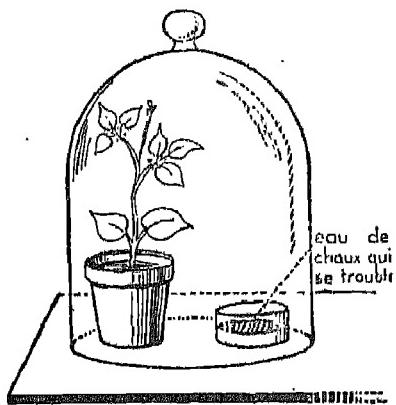


Fig. 7. — Les plantes respirent. Le pied du Haricot enfermé sous la cloche absorbe de l'oxygène et rejette du gaz carbonique. C'est celui-ci qui trouble l'eau de chaux contenue dans le petit cristallisoir.

carbonique et dégagent de l'oxygène. Cette fonction n'empêche pas la respiration ; mais elle la masque, parce qu'elle en est l'inverse et qu'elle est beaucoup plus active¹.

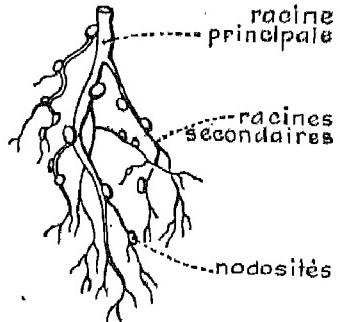


Fig. 8. — Les nodosités des racines de Haricot.

Jour et nuit, la plante吸erce de l'oxygène qu'elle trouve dans l'air. Avec cet oxygène, elle brûle une partie du sucre et des autres substances nutritives de la sève élaborée. Cette combustion produit du gaz carbonique, que la plante dégage dans l'air. C'est ce que montre l'expérience représentée sur la figure 7.

S'il la plante n'est pas verte, s'il s'agit par exemple d'une racine, la respiration se manifeste seule. La plante absorbe de l'oxygène et dégage du gaz carbonique. Il en est de même pour les plantes vertes, à l'obscurité ; c'est pourquoi on ne doit pas conserver de plantes, la nuit, dans une chambre à couloir.

Mais, à la lumière, chez les plantes vertes, se produit la fonction chlorophyllienne. Les plantes absorbent du gaz carbonique et dégagent de l'oxygène. Cette fonction n'empêche pas la respiration ; mais elle la masque, parce qu'elle en est l'inverse et qu'elle est beaucoup plus active¹.

III. — RÉSUMÉ

Par les poils absorbants de ses racines, le Haricot puisse dans le sol l'eau et les substances minérales qui forment la sève brute.

2. Par les tiges, la sève brute monte dans les feuilles. Elle perd une grande partie de son eau par la transpiration. Elle s'enrichit en sucre par la fonction chlorophyllienne. La sève brute est ainsi transformée en sève élaborée.

3. La sève élaborée parcourt ensuite toute la plante. Elle sert à la croissance des organes. Ses substances nutritives peuvent être mises en réserve. Une partie de ces substances est brûlée dans la plante, qui respire comme les animaux.

1. Dans l'expérience représentée sur la fig. 7, on peut mettre en évidence le gaz carbonique dégagé, bien que la plante soit exposée à la lumière. C'est que l'eau de chaux absorbe le gaz carbonique, au fur et à mesure qu'il se dégage. Il n'est donc pas reprise par la fonction chlorophyllienne.

IV. — EXERCICES PRATIQUES

1. Déterrez avec soin un pied de Haricot adulte. Lavez ses racines. Vous observerez sur celles-ci de petites boules blanches appelées *nodosités* (fig. 8) dans lesquelles vivent des microbes. Grâce à ces derniers, le Haricot et les autres plantes de la même famille, peuvent utiliser l'azote de l'air comme aliment. Cela leur donne une grande importance en agriculture : utilisant l'azote de l'air pour leur nutrition, ces plantes n'ont pas besoin d'engrais azotés, qui sont chers.

2. Faites germer des graines de Haricot : *a*) les mises à la lumière ; *b*) les autres à l'obscurité (dans un placard par exemple). Comparez les plants nés de ces graines au bout d'une quinzaine de jours. Quelles conclusions tirez-vous de cette expérience ?

3. Faites germer des graines de Haricot, à la lumière : *a*) les mises dans de la mousse humide ; *b*) les autres dans de la terre. Comparez les plants obtenus au bout de quinze jours.

4. Une bonne pluie correspond à une hauteur d'eau de 20 millimètres.

a) Combien une telle pluie apporte-t-elle de litres d'eau par mètre carré de terrains par hectare ?

b) Au bout de combien de jours ensoleillés, l'eau tombée est-elle rendue à l'atmosphère par la transpiration d'une culture d'avoine (chercher les données dans la leçon).

34^e LEÇON

LA VIE D'UNE PLANTE CULTIVÉE : LE HARICOT
(fin)

**III. — COMMENT LE HARICOT
FORME SES GRAINES**

I. — OBSERVATIONS

1. Observez un pied de Haricot fleuri. Toutes les fleurs sont-elles épanouies ? Comment sont-elles groupées ? Où s'attachent-elles sur le rameau feuillé ? Observez des fleurs en bouton, des fleurs passées plus ou moins transformées en fruit.
2. Observez une fleur épanouie. Distinguez : a) le calice et son calice ; b) la corolle papilionacée avec son étendard, ses deux ailes, sa carène ; c) les étamines, au nombre de 10, dont 9 sont soudées par leurs filets ; d) le pistil renfermant les ovules.
3. Remarquez le pollen contenu dans les petites sacs à l'extrémité des étamines. N'en voyez-vous pas quelques grains collés au stigmate du pistil des fleurs épanouies ?
4. Suivez, en observant les diverses fleurs d'un même pied assez âgé, la transformation de la fleur en fruit. Quelles sont les parties de la fleur qui se dessèchent et disparaissent ? Quelles sont celles qui persistent, celles qui se développent ?
5. Observez un haricot vert, une gousse mûre de Haricot. Écartez les deux valves. Que sont devenus les ovules, à l'intérieur ?

II. — LEÇON

Au jardin, la planche de Haricots est âgée de deux mois. Les pieds sont bien vigoureux. Ils se sont garnis de fleurs et déjà certaines gousses sont formées. Le moment est venu de comprendre comment le Haricot produit ses graines.

1. Les fleurs de Haricot sont portées par de courtes tiges poussées à l'aisselle des feuilles.

Sur ces tiges, on observe de petites feuilles, ou *bractées*, et les fleurs s'attachent à l'extrémité d'une petite queue, ou *pétiole*. Certains

de ces fleurs sont en bouton, d'autres sont épanouies, d'autres enfin sont en train de se transformer en fruits (fig. 1). Observons une fleur bien épanouie.

2. La fleur du Haricot possède deux enveloppes : le calice et la corolle.

Le calice est formé de cinq petites lames vertes, réunies entre elles, qu'on nomme sépales. Il est doublé extérieurement d'un calicule.

La corolle, blanche, jaune ou violette, selon les variétés, ressemble un peu à un papillon qui vole. Elle est formée de 5 pétales qui ne sont pas tous semblables. L'un, très grand, est relevé au-dessus de la fleur (*étandard*); deux s'étalent par côtés (*ailes*); les deux derniers sont soudés en forme de *carène*. Celle-ci se prolonge par un bec contourné en spirale, à l'intérieur de la fleur.

Calice et corolle enveloppent les autres parties qui sont au centre. Quand la fleur est épanouie, ils ne les protègent qu'incomplètement. Mais, quand elle était en bouton, ils les enveloppaient de tous côtés, de façon parfaite.

3. Au centre de la fleur sont les parties essentielles : les étamines et le pistil.

Elles sont contenues dans la carène.

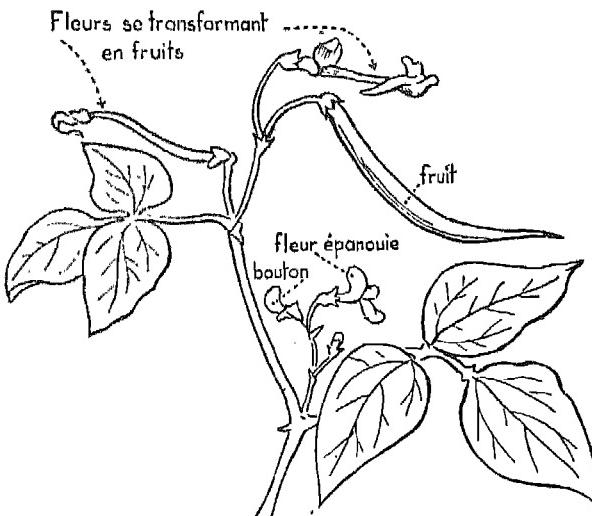


Fig. 1. — Rameau fleuri de Haricot.

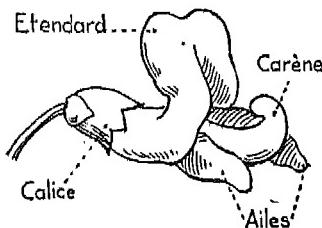


Fig. 2. — Une fleur de Haricot.

Les étamines sont au nombre de 10 (fig. 3, A). Chacune d'elles

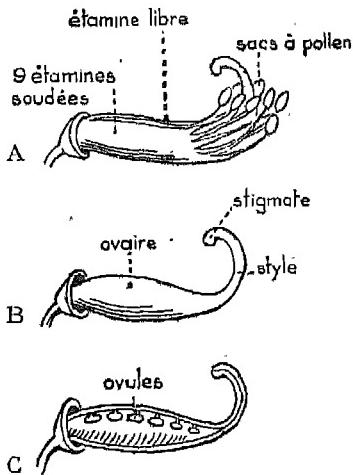


Fig. 3. — Les parties essentielles d'une fleur de Haricot : les étamines (A) et le pistil (B et C).

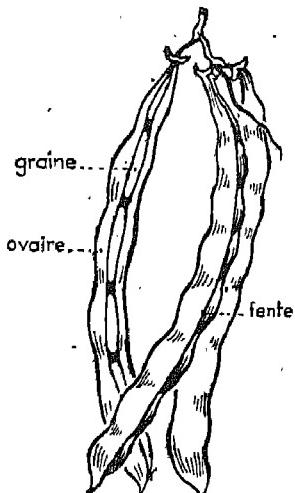


Fig. 4. — Fruits de Haricots, ou gousses.

comprend un petit pédoneule, le *filet*, terminé par un *sac à pollen* plein d'une poudre jaunâtre. 9 des étamines sont soudées par leurs filets, la dixième est libre.

Le pistil est logé dans le tube formé par les étamines soudées. Il comprend une poche renflée : l'*ovaire*, surmontée d'une partie grêle, coudée : le *style*, que surmonte le *stigmate*, enduit d'un liquide gluant (fig. 3, B).

A l'intérieur de l'*ovaire*, bien alignés, se trouvent de petits grains : les *ovules* (fig. 3, C).

4. Après fécondation, la fleur de Haricot devient un fruit.

Les sacs qui sont à l'extrémité des étamines sont pleins d'une poussière jaune : le *pollen*. Quand les étamines sont mûres, dans la carène, elles ouvrent leurs sacs à pollen et celui-ci tombe sur le stigmate : la fleur est ainsi fécondée.

Alors, dans le pistil, les ovules se transforment en graines, tandis que la fleur devient un fruit.

Au cours de cette transformation, les pétales se flétrissent et tombent ; les étamines se dessèchent. Seul, le calice subsiste à la base du pistil qui s'allonge et grossit.

5. Le fruit du Haricot est une gousse.

Dans ce fruit, l'*ovaire* a grossi, et les ovules y sont devenus des graines. C'est donc lui qui forme la gousse. À maturité,

rité, celle-ci se dessèche, puis s'ouvre par deux fentes opposées, qui la partagent en deux valves (fig. 4). Chaque valve porte la moitié des graines, qui ensuite se détachent et sont dispersées.

C'est en semant celles-ci qu'on obtiendra de nouveaux pieds de Haricot.

III. — RÉSUMÉ

1. Pour produire des graines, les plantes forment d'abord des fleurs.
2. La fleur du Haricot comprend :
 - a) un calice de 5 sépales accolés à leur base ;
 - b) une corolle papilionacée, avec un étandard, deux ailes et une carène ;
 - c) 10 étamines ;
 - d) un pistil contenant des ovules.
3. Quand le stigmate du pistil a été fécondé par le pollen des étamines, la fleur devient un fruit.
4. Dans le fruit du Haricot, l'ovaire du pistil devient une gousse qui s'ouvre par deux valves, tandis que les ovules se sont transformés en graines.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

Observez d'autres fleurs, que celles du Haricot : fleur de Renoncule, de Giroflée, de Pois, de Cerisier, etc. Retrouvez les différentes parties décrites dans la fleur du Haricot. Notez les transformations subies par la fleur quand elle devient un fruit.

35^e LEÇON

LE JARDIN POTAGER CHOIX ET PRÉPARATION DU TERRAIN

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Décrivez un jardin que vous connaissez bien, de préférence le vôtre ou le jardin scolaire : *a)* sa forme géométrique (carré, rectangulaire...) et ses dimensions approximatives : aidez-vous d'un croquis ; *b)* la disposition et la largeur des allées ; *c)* la division du terrain cultivé en carrés et planches ; *d)* la clôture : mur, grillage, haies vives...
2. Quel est le premier travail que l'on exécute sur un terrain nu pour le préparer à recevoir une culture ? Quels outils utilise-t-on ? Quels sont les effets de ce travail ?
3. Quels soins donne-t-on au terrain qui porte une culture ? Avec quels outils ? Quels résultats cherche-t-on à obtenir ?
4. Pourquoi les plantes poussent-elles mal en temps de sécheresse ? Comment y remédier-t-on ? Arrosez de haut un terrain labouré, nu : 1^o avec la pomme de l'arrosoir ; 2^o au goudron (sans pomme) ; comparez les résultats ; que pouvez-vous en conclure ?
5. Faites l'expérience du morceau de sucre cassé (fig. 6) et expliquez pourquoi la terre brisée se dessèche moins vite que la terre tassée.
6. Que répand-on sur la terre pour la rendre fertile ? Quel est l'engrais le plus employé ? Examinez des échantillons d'engrais chimiques du musée scolaire.

II. — LEÇON

Vous avez étudié la maison modèle au point de vue de l'hygiène. Le confort qu'elle procure n'est complet que si elle s'accompagne d'un jardin de grandeur suffisante pour la famille qu'elle abrite, car :

1^o Un jardin est une source de bons profits : un arc peut fournir tous les légumes nécessaires à une personne ; cinq arcs suffisent à une famille de cinq à six personnes ;

2^o le jardinage occupe agréablement les loisirs : c'est un délassement pour les travailleurs de force et une saine activité physique pour les autres ; et toute la famille prend plaisir à voir les plantations germer, croître et fructifier, puis à savourer à table des légumes frais cueillis.

I. — Choix du terrain et façons culturales.

1. Choix du terrain.

Il est souvent imposé par les circonstances : jardin attenant à la maison par exemple.

Sinon, il est souhaitable que le jardin réponde aux conditions suivantes :

1^o Il est aussi près que possible de l'habitation, ce qui permet de le visiter fréquemment ;

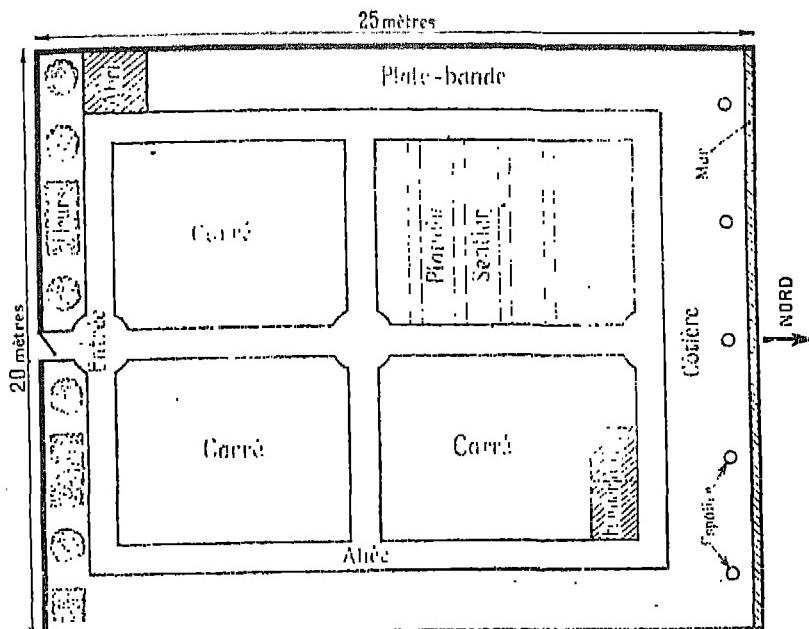


Fig. 1. — Plan d'un jardin. A titre d'exemple, voici le plan d'un jardin de cinq ares.

2^o le sol en est fertile, ni trop argileux (terre trop forte), ni trop sablonneux (terre trop légère), riche en humus (élément fertilisant) ; le sous-sol est perméable ;

3^o le terrain est horizontal, ou en pente légère vers le midi ou le levant, afin d'être bien ensoleillé ;

4^o il est loin des usines aux gaz délétères, des grandes routes aux

poussières desséchantes, des hauts arbres touffus dont les racines épuisent la terre.

5^e enfin une bonne clôture le protège contre les maraudeurs et les animaux vagabonds.

2. Disposition du terrain.

Elle dépend de sa forme et de son importance.

a) La meilleure forme est celle d'un carré ou d'un rectangle peu allongé.

b) Si le jardin est petit, une seule allée centrale ou latérale, suffit pour la circulation ; elle doit être assez large pour qu'une brouette y passe sans difficulté.

Les diverses cultures occupent des planches rectangulaires, de 1 mètre de largeur environ, séparées les unes des autres par des sentiers de 30 centimètres, perpendiculaires à l'allée. Les travaux d'entretien et la cueillette s'effectuent ainsi sans piétiner les cultures.

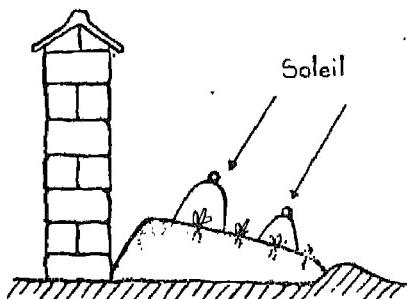


Fig. 2. — Côteière. C'est une plate-bande adossée à un mur, en pente légère, autant que possible vers le midi, afin d'être bien exposée au soleil. Elle est réservée pour les semis en pépinière et pour la culture des primeurs.

15 jours (fig. 2).

3. Les cultures.

Les grands jardins sont divisés en potager, fruitier et jardin d'agrément.

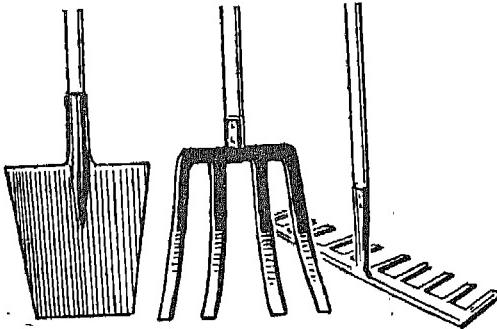
Mais les jardins modestes sont mixtes : les carrés sont réservés pour les légumes ; les plates-bandes pour des arbres fruitiers à basse tige

c) Si le jardin est grand (quelques ares) il est divisé en carrés par des allées longitudinales et transversales, puis les carrés en planches comme il vient d'être dit (fig. 1).

Entre les allées de côté et la clôture, des plates-bandes de 2 mètres environ sont fréquemment ménagées, ce sont les côteières. Les cultures sur côteières bordées par un mur et exposées au midi sont en avance d'un mois sur celles des planches voisines ; les côteières exposées au levant ou au couchant sont en avance de

(pommiers en cordon, poiriers en fuseau ou en pyramides, grosseillers en touffes...), et pour quelques fleurs (rosiers, pivoines, etc.), qui donnent de la couleur et réjouissent les yeux.

Les arbres à haute tige — ou arbres de plein vent — sont à proscrire : leur ombrage et leur exigence en engrais nuisent aux cultures potagères voisines. On ne peut en avoir que si le terrain est assez étendu et alors on les rassemble à l'une de ses extrémités.



4. Les soins à donner au terrain : façons culturales.

Elles comprennent : *labours, sarclages ou bânage, buttages et arrosages.*

Fig. 3. — Bêche, Fourche à bêcher, Rateau.
Ce sont là trois outils indispensables au jardinier. La bêche est employée dans les terres meubles. La fourche à bêcher est à dents plates ; elle sert dans les terrains caillouteux ou encombrés de racines. Avec le rateau, on émette les petites mottes et on nivèle la planche. (Les manches, en bois, ont environ 1 mètre de longueur, 2 mètres pour le rateau).

a) Labours. — Ils se pratiquent sur le terrain nu, avec une bêche (fig. 3) ou une fourche à bêcher. Leur but est multiple :

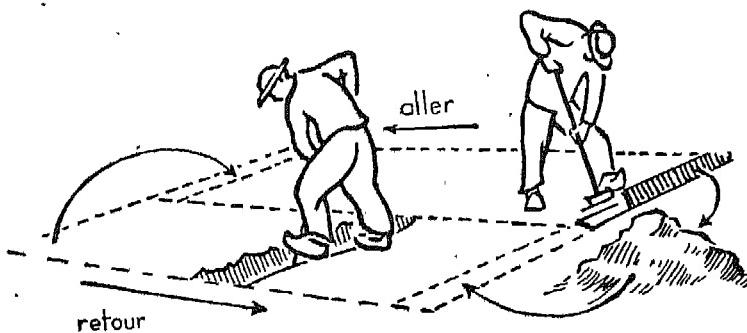


Fig. 4. — Bêchage par bandes d'un grand carré.
Il est partagé en deux bandes égales que l'on bêche successivement comme la figure l'indique. La terre de la première jauge est mise en réserve pour remplir la dernière jauge.

- 1^o ameublir la terre à une profondeur suffisante pour que les racines puissent s'enfoncer et s'étendre sans rencontrer d'obstacles;
- 2^o mélanger intimement à la terre les engrais et amendements, afin que le chevelu des racines trouve partout les aliments nécessaires à la plante;
- 3^o aérer la terre pour que les racines puissent respirer et pour que les microbes puissent vivre et transformer les engrais en substances solubles dans l'eau et assimilables par les végétaux.
- 4^o nettoyer le sol en enlevant à la main les cailloux s'il y a lieu, en extirpant les racines des mauvaises herbes (chiendent, liseron, renoncule ou bouton d'or), en détruisant les insectes nuisibles et leurs larves (courtilières, vers blancs, fourmis, etc.).

Il faut au minimum un labour de tous les carrés à l'automne (fig. 4), et un autre au moment de la mise en culture de chaque plante. En outre, il est bon de bêcher le terrain lorsqu'il est débarrassé de sa récolte et que les mauvaises herbes commencent à l'envahir.

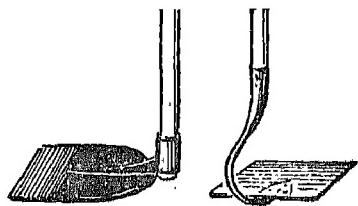


Fig. 5. — **Houes.**
Elles servent aux sarclages et aux binages. Leurs formes varient suivant les régions, la nature du terrain. Il y en a de triangulaires, de fourches.

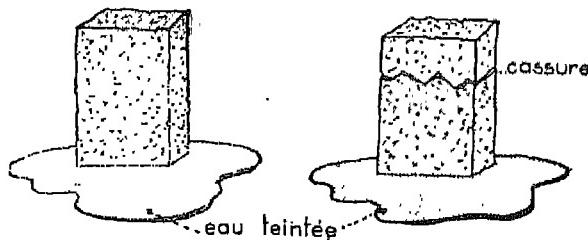


Fig. 6. — **Le morceau de sucre cassé.**
Dans une soucoupe, mettez de l'eau tinctée et 2 morceaux de sucre, l'un entier, l'autre portant une cassure. L'eau, qui monte par capillarité dans le sucre, est arrêtée par la cassure.

1. 25 à 30 centimètres. Les labours plus profonds portent le nom de **DÉFONÇAGES** et ne sont pratiqués qu'à de longs intervalles.

b) **Sarclages ou binages.** — Ce sont des labours peu profonds, pratiqués sur des planches en culture, avec une binette ou une houe (fig. 5).

La pluie lasse la couche superficielle du sol et forme une croûte dure qui gène la végétation. D'autre

part, les mauvaises herbes germent et croissent en même temps que les plantes cultivées ; elles envahiraient le terrain et, comme elles poussent vite, étoufferaient les cultures en les privant

d'air et de lumière et en épuisant le sol ; il faut les détruire.

Ni croûte, ni mottes, ni mauvaises herbes tel est le triple but à poursuivre.

Un sarelage soigné procure encore un autre avantage ; dans une terre fine, l'eau du sous-sol monte moins vite que dans une terre durcie ; en été, les planches bien sarelées se dessèchent moins vite que les autres : un binage vaut un arrosage dit un vieux dicton (fig. 6 et 7).

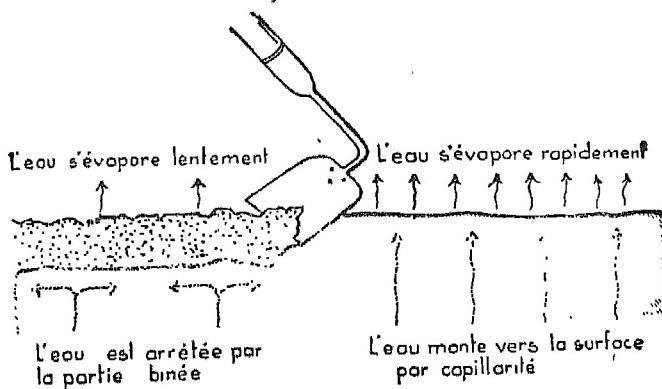


Fig. 7. — Un binage vaut un arrosage.

Dans la terre tassée, l'eau monte par capillarité jusqu'à la surface du sol où elle s'évapore. Dans la terre émaillée par la houle, elle ne monte plus guère par capillarité et l'évaporation superficielle est considérablement ralenti. Plus la terre est fine en surface, plus le fond se tient humide.

c) **Buttage.** — Il consiste à former une butte de terre meuble à la base de certaines tiges : les pommes de terre, haricots, choux... s'accompagnent bien de cette façon culturale dont l'effet est de favoriser le développement de racines adventives au pied des plantes qui deviennent ainsi plus vigoureuses (fig. 8).

d) **Arrosage.** — Les plantes trouvent leurs aliments dans l'air (gaz carbonique, oxygène...) et dans le sol (nitrate ou azotates, phosphates, potasse, etc.). Mais les racines ne peuvent absorber que des liquides ; en fait, de l'eau ayant dissous les principes nutritifs. Il est donc indispensable, lorsque le sol est trop desséché, de l'arroser copieusement pour maintenir l'activité des racines (fig. 9).

L'eau de pluie est la meilleure pour cet usage ; l'eau de rivière est bonne aussi ; mais l'eau de puits est trop froide et souvent chargée de sels minéraux nuisibles à la végétation : il faut la laisser s'aérer et s'échauffer.

fer quelque temps à l'air dans un vieux tonneau, avant de l'utiliser.

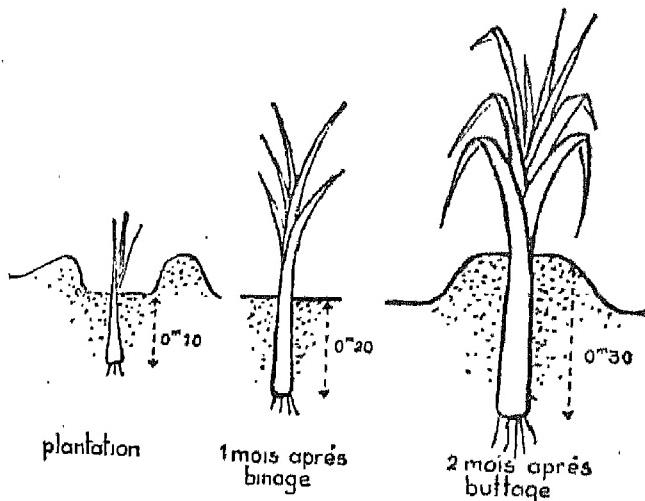


Fig. 8. — *Buttage.*
Voici un exemple. Le jeune *Poireau* est planté au fond d'une petite tranchée dont la terre est rejetée à droite et à gauche. Quelques temps après, la tranchée est remplie. Puis, une bâche est formée autour de la tige.

En période de sécheresse, un arrosage léger débarrasse les feuilles des poussières qui gênent toutes leurs fonctions : c'est un brossage.

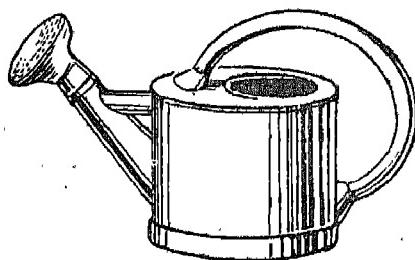


Fig. 9. — Arrosoir et sa pomme percée de trous.

et de l'acide phosphorique.

Il faut, en lui apportant des engrains, réparer les pertes que la terre arable subit ainsi, sinon les récoltes sont de moins en moins abondantes, malgré les meilleurs soins culturaux.

II. — *Les engrains.*

1. Pas de bonnes récoltes dans une terre qui ne reçoit pas d'engrais.

Les plantes puisent dans le sol des aliments qui contiennent surtout de l'azote, de la potasse

2. Le meilleur engrais est le fumier de ferme.

Surtout le fumier bien pourri, dans lequel on ne distingue plus les tiges des déjections animales. Il a la consistance du beurre (beurre noir, disent les agriculteurs).

C'est un engrais complet, car il apporte au sol, en proportion convenable, tous les éléments nécessaires à la vie des plantes.

C'est en outre un amendement, c'est-à-dire qu'il améliore la terre, en la rendant plus légère si elle est trop forte, et inversement, en lui donnant de la compacité, de la force si elle est légère.

C'est par le labour d'automne qu'il convient d'enfouir le fumier dans la terre, en le répandant le plus régulièrement possible : 750 kilogrammes à l'arc pour les cultures particulièrement exigeantes (légumes feuillés : choux, poireaux, épinards...) beaucoup moins (200 kg) pour les autres (fig. 10).

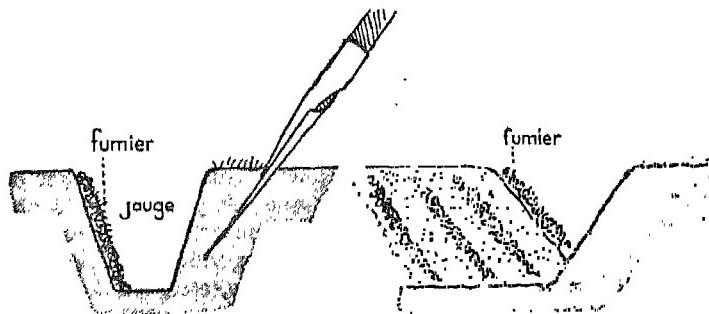


Fig. 10. — Comment on enterrer le fumier en bêchant.
Se garder de l'éparpiller sur le terrain. Mais le disposer sur le bord incliné de la jauge et le couvrir avec la terre soulevée par la bêche. La largeur de la jauge et sa profondeur doivent rester constantes.

3. Les engrais chimiques complètent le fumier.

Ce sont des engrais fabriqués dans les usines ou extraits du sol de certaines régions. Les principaux sont :

le nitrate de soude, qui ressemble au sel de cuisine ; il apporte de l'azote au sol ;

1. Les terres trop sablonneuses sont dites légères, parce qu'elles sont faciles à travailler, tandis que les terres trop argileuses sont dites lourdes, parce qu'elles sont plus compactes, plus lourdes, elles sont plus difficiles à cultiver.

le chlorure ou le sulfate de potasse qui apporte de la potasse ; ce sont aussi des sels, comme le précédent ;

le superphosphate ou les scories de déphosphoration riches en acide phosphorique.

Il est commode et suffisant pour un amateur de jardin d'utiliser la formule suivante pour toutes les cultures.

Formule générale pour 1 are

Nitrate de soude.....	1 à 5 kilogrammes
Chlorure ou sulfate de potasse	2
Scories ou superphosphates....	5

La quantité de nitrate à employer varie avec les différents légumes : 5 kg pour les légumes foliacés, 3 kg pour les plantes à tubercules ou à bulbes, 1 à 2 kg pour les légumineuses.

REMARQUE. — Une pratique qui donne de bons résultats consiste à arroser les jeunes semis, les légumes délicats, les fleurs en pots avec de l'eau contenant 1 à 2 grammes de nitrate de soude par litre (une cuillerée à café par arrosoir d'eau). — Arroser tous les 15 jours les plantes exposées au soleil, tous les mois les plantes placées à l'ombre.

4. Les composts sont très avantageux.

Car ils ne coûtent rien. On les prépare soi-même en faisant un tas de tous les déchets animaux et végétaux que l'on peut recueillir : herbes sarelées du jardin, débris de tiges des plantes potagères, feuilles de toutes sortes, cendres des feux de bois, boues des rues villageoises, excréments humains et animaux que l'on recouvre de terre, etc., etc...

Tous ces débris, que l'on tasse fortement en les piétinant de temps à autre, pourrissent et donnent finalement un terreau qui est un excellent engrais.

III. — RÉSUMÉ

1. Le jardinage est à la fois un agréable passe-temps et une source de bons profits.

2. Autant que possible, le jardin doit être voisin de la maison, bien ensoleillé (en pente légère vers le midi ou le levant), éloigné des grandes routes, des hauts arbres, des usines aux gaz déletères. La terre doit être fertile, ni trop argileuse, ni trop sablonneuse.

3. Le jardin est divisé en carrés par des allées, et les carrés en planches par des sentiers.

4. Les principales façons culturales sont :

a) les labours à la bêche ou à la fourche pour ameublir la terre, l'aérer, la nettoyer, enfouir les engrains ;

- b) les sarclages ou binages, qui sont des labours peu profonds;
- c) le battage ;
- d) les arrosages.

5. Pour entretenir la fertilité du sol, il faut lui apporter des engrains : le fumier de ferme est le meilleur. On complète son action par l'emploi d'engrais chimiques (nitrate de soude, chlorure ou sulfate de potasse, superphosphate) et de composts.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Exécutez au jardin les travaux de la saison ; notamment les labours, plantations, semis, repiquages, sarclages, battage, arrosage...

2. Enrichir le compost du jardin scolaire de tous les déchets qu'on peut recueillir.

3. Expérimenter l'action des engrains en cultivant la même espèce de haricots dans trois pots contenant la même terre :

1^{er} pot : terre sans engrais,

2^e pot : terre additionnée de 1/10 de son poids de fumier de ferme.

3^e pot : terre sans engrais, mais arrosée chaque quinzaine avec une solution de nitrate de soude (2 grammes par litre).

36^e LEÇON

LE JARDIN — LES LÉGUMES — LES FLEURS

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Dans les jardins, comme dans les champs, on ne cultive pas la même plante plusieurs années au même emplacement. Pour quelles raisons ?
2. Faites une liste de 20 plantes potagères en les classant :
1^o Légumes dont on consomme les feuilles ; 2^o Légumes dont on consomme les graines sèches ; 3^o Légumes dont on consomme les tubercules, bulbes ou racines ; 4^o Légumes dont on consomme les fruits frais.
3. Pour chacun des légumes de la liste précédente, dites comment on l'obtient : par semis de graines, par plantations de graines, de tubercules ou de bulbilles ; par échalatage ou division des touffes.
4. Certains légumes sont plantés ou semés sur place, c'est-à-dire à l'emplacement même où la plante végéttera jusqu'à maturité : citez à exemples. — D'autres sont semés en pépinière et les jeunes plants mis ensuite en place par repiquage : citez des exemples.
Si vous avez observé un repiquage de poireaux ou de choux, décrivez-les.
5. Qu'est-ce qu'une primeur ? A quoi servent les serres, cloches de verre, chassis vitrés que vous avez aperçus, dans les jardins des maraîchers ?

II. — LEÇON

Vous apprendrez aujourd'hui à cultiver des légumes et quelques fleurs dans le jardin dont la terre a été préparée comme il a été dit dans la dernière leçon.

Les espèces potagères sont en nombre considérable ¹. Mais des règles générales président à leur culture. Les plus importantes concernent, outre les soins culturaux déjà étudiés :

- 1^o la rotation des cultures, ou assolement ;
- 2^o le choix des semences ;
- 3^o les semis et plantations.

1. Les assolements.

Certaines plantes épuisent le sol, en azote surtout (choux, poireaux...),

1. Voir la classification des légumes, page 310.

d'autres surtout en potasse (pommes de terre), d'autres surtout en acide phosphorique (pois). Aussi faut-il alterner les cultures de façon que le même légume ne revienne sur le même emplacement qu'après plusieurs années.

Citons, à titre d'exemple, l'assoulement triennal suivant :

1^{re} Année : légumes foliacés : choux, laitues, poiréaux, épinards...

2^e Année : plantes à tubercules, bulbes ou racines : pommes de terre, oignons, carottes, betteraves à salade :

3^e Année : légumes à fruits secs : pois, fèves, haricots...

REMARQUE. — Pour obtenir le maximum de production, ne jamais laisser pendant l'été une planche inoccupée. Dès qu'elle est débarrassée d'une récolte, il faut la bêcher, lui donner si possible une fumure légère, et la remettre en culture. Par exemple :

poiréaux ou épinards après pois ;

haricots après laitue ou choux d'hiver.

2. Choix des semences.

Il est commode, mais onéreux, d'acheter les semences ; des maisons spécialisées en vendent d'excellentes. Mais il est intéressant d'en préparer soi-même le plus grand nombre possible.

Pour les plantes annuelles, on les prélève sur la récolte de l'année pour les semer l'année suivante. S'il s'agit de graines (haricots, pois, fèves...) on trie les plus belles. On sélectionne les tubercules de pommes de terre à l'arrachage en gardant ceux qui sont de grosseur moyenne sous des pieds vigoureux et productifs¹. On laisse monter en graines quelques beaux pieds de laitue.

Pour les plantes bisannuelles (carottes, choux, poiréaux...) on abrite pendant l'hiver quelques plantes saines et vigoureuses que l'on remet en place au printemps suivant et qu'on soigne jusqu'à maturité des graines ; parmi celles-ci, on ne garde que les plus belles.

Les plantes vivaces se reproduisent parfois par fragments d'anciennes touffes (*oseille, estragon*), ou, comme les fraisiers, par des coulants ou stolons, etc.

Mais, il reste bien entendu que toutes les plantes peuvent être obtenues à partir de leurs graines, même les pommes de terre, les fraisiers, etc. ; seulement ce moyen n'est pas toujours le plus pratique.

1. Rappelons que les tubercules de pommes de terre sont des portions de tige dans lesquelles se sont accumulées des réserves nutritives. Planter un tubercule de pomme de terre, c'est donc mettre en terre un rameau détaché de la plante-mère, c'est-à-dire une *bouture*.

3. Semis et plantations.

Ils se font soit en place, soit en pépinières.

a) En place. — Les tubercules (pommes de terre), bulbes (oignons, échalotes, ails...), sont plantés à la place même où la plante doit végéter toute sa vie. Ils sont enterrés à distance convenable les uns des autres, suivant des lignes droites.

Beaucoup de graines sont de même semées en place : pois, haricots, fèves, carottes... On les enterrer d'autant plus profondément qu'elles sont plus grosses : en règle générale, 5 à 6 fois leur diamètre.

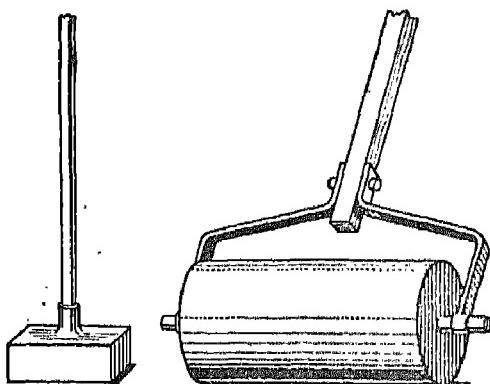


Fig. 1. — Batte et rouleau.

Ils servent à plomber, c'est-à-dire à lasser la terre. On plombe le fond des lignes qui doivent recevoir des petites graines (Carottes, Poireaux, Laitues, Choux...), et après semis, la terre qui recouvre ces graines. On plombe pour faciliter l'adhérence des graines au sol, et activer la montée de l'eau par capillarité.

Le semis peut se faire à la volée, mais il est préférable, pour faciliter les sarclages, de déposer les graines dans des râtes tracées en ligne droite plus ou moins profondes selon la grosseur ; on les recouvre ensuite de terre.

Les graines très fines ne sont pas enterrées. Les autres le sont par un léger hersage à la fourche ou au râteau. On plombe ensuite c'est-à-dire qu'on tasse la terre avec une batte ou un rouleau (fig. 1). Il est bon de recouvrir les graines d'un léger terreautage qui maintient l'humidité.

Quand les jeunes plants sont suffisamment développés, on éclaircit, c'est-à-dire qu'on enlève les sujets les moins vigoureux, en ayant soin

b) En pépinières. —
On sème les choux, par exemple, sur un petit espace de terre bien fumée, à la volée ou en ligne. Les jeunes plants sont trop serrés pour se développer normalement ; il faut les transplanter à leur place définitive, en ligne droite à 50-60 centimètres les uns des autres en tous sens ; c'est l'opération du repiquage qui se pratique quand les petits choux ont 2 ou 3 feuilles au-dessus des cotylédons (1 mois 1/2 ou 2 mois après semis).

de ne pas déterrer les autres. Il est bon, après l'éclaircissage, de raffermir la terre autour des pieds qui restent par un léger arrosage.

4. Repiquage.

On arrose la pépinière quelques heures avant l'opération. On

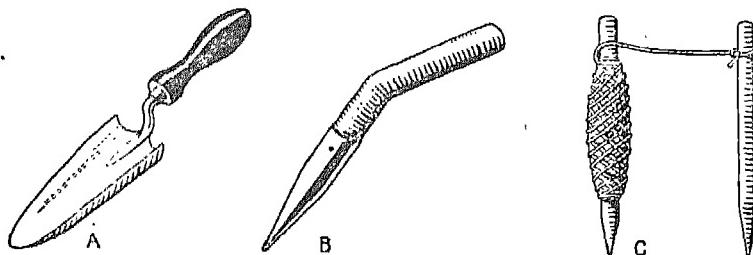


Fig. 2. — Déplantoir, Planteoir, Cordeau : voilà les outils qui servent au repiquage.

arrache avec précaution en évitant d'endommager les racines, soit à la main, soit avec un déplantoir (fig. 2), une bêche, une fourche, etc. Chaque plante est ensuite transportée dans un trou préparé avec un planteoir, sur une planche préalablement arrosée si elle est trop sèche (fig. 2, 3, 1)

On achève de remplir les trous avec de la terre fine que l'on arrose ensuite «*au goutte*» pour lasser la terre autour de la racine. On assure la reprise par des arrosages fréquents au pied des jeunes plants.

Lorsque ceux-ci ont des racines très nombreuses, comme les replants de poireaux, on en coupe l'extrémité, ce qui provoque la formation d'un chevelu abondant et facilite la reprise. En même temps, on ronge les feuilles pour diminuer l'évaporation. Ces deux opérations constituent l'*habillage* des jeunes plants (fig. 5 et 6).

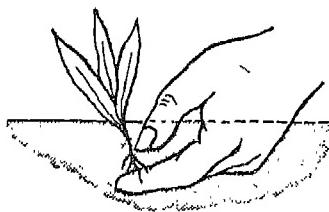


Fig. 3. — Le repiquage.
Il faut d'abord déplanter, soit à la main, soit avec le déplantoir : avoir soin de ne pas briser les racines.

5. Comment obtient-on des primeurs ?

Il est agréable de récolter des légumes nouveaux dès la prime saison.

Mais comme les gelées détruisent les jeunes plants, on ne peut semer

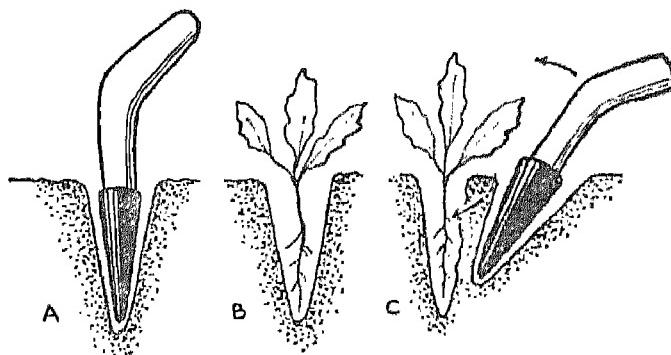


Fig. 4. — Le repiquage.

A. Préparation du trou avec le plantoir. B. Mise en place du jeune plant. C. Fermeture du trou avec le plantoir qui permet de laisser la terre tout le long des racines.

en pleine terre, au printemps, avant la fin du froid.

On procède alors à des **semis sur couche** et on les protège du gel à l'aide de **cloches de verre** ou de **chassis vitrés**.

La plus simple des couches est un trou de 40 centimètres de profondeur dans lequel on tasse fortement du crottin de cheval frais sur une

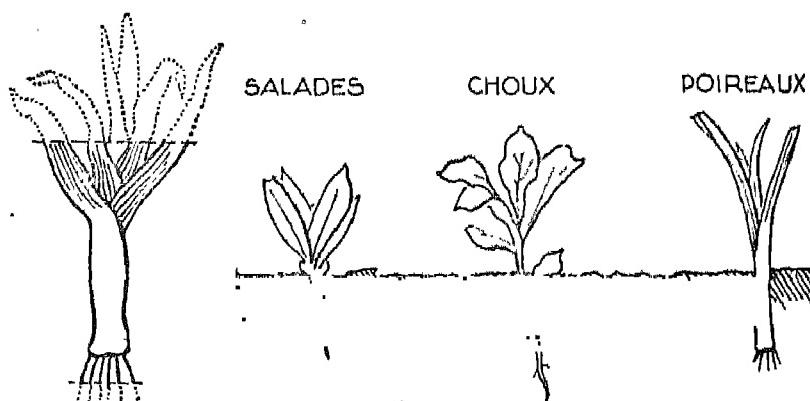


Fig. 5. — Le repiquage.
On habille les jeunes Poireaux avant de les repliquer.

Fig. 6. — Toutes les plantes ne se repliquent pas
à la même profondeur.
Salades: feuilles inférieures bien dérangées. *Choux*: enterrer jusqu'aux premières fortes feuilles. *Poireaux*: enterrer jusqu'à l'événement des feuilles.

épaisseur de 30 centimètres ; on achève de remplir avec de la terre fine. Le fumier s'échauffe en fermentant : la température peut atteindre 70 à 80°. Après une dizaine de jours, elle baisse ; quand elle n'est plus que 30° à la surface, on procède au semis et l'on recouvre d'une cloche (fig. 7).

Le verre se laisse traverser par la chaleur du soleil pendant les heures chaudes du jour, mais s'oppose à l'entrée du froid pendant la nuit. On aère les jeunes plants, soit en soulevant la cloche à l'aide de cales, soit en l'enlevant pendant les belles journées.

Si le jardin est important, on établit la couche dans un **coffre rectangulaire**, véritable boîte sans fond, enfoncée dans le sol et dont le couvercle est un **chassis vitré horizontal** (dimensions les plus courantes d'un chassis : longueur 1,3 mètre, largeur 1,2 mètre) (fig. 8).

Les plants ainsi obtenus sont repiqués en pleine terre¹ dès que les gelées ne sont plus à craindre. On peut même repiquer plus tôt, mais alors il faut protéger chaque sujet à l'aide d'une cloche. C'est ainsi que l'on obtient des **primeurs**, deux ou trois mois avant les légumes de même espèce cultivés en pleine terre.

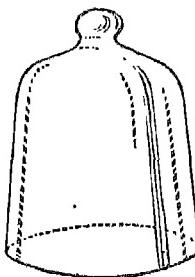


Fig. 7. — Cloche en verre pour protéger les semis et les jeunes plants contre les gelées printanières.

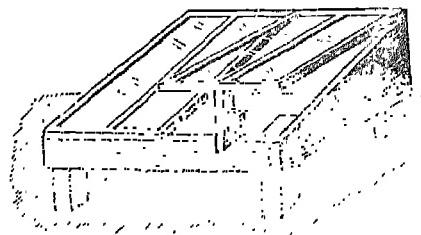


Fig. 8. — Chassis vitrés.
Ils servent à la culture des primeurs et à la préparation des jeunes plants. Dimensions pour un jardin de 5 ares : 1,3 × 1,2 mètres environ.

6. Les ennemis des plantes potagères.

Ils sont nombreux : mauvaises herbes, animaux parasites, maladies.

1^o **Mauvaises herbes** : on les détruit par les sarclages.

2^o **Animaux parasites** : notamment les insectes. Les plus redoutables sont : les **Doryphores** dont les larves dévorent les feuilles de pommes de terre ; on les détruit, soit avec des poudres, soit avec des bouillies que l'on trouve dans le commerce (fig. 9).

1. Autant que possible sur une côte à bien exposée.

les Chenilles, notamment la Piéride du chou ; on les éteigne à l'aide de pinces ; on peut aussi employer des poudres insecticides (fig. 10).

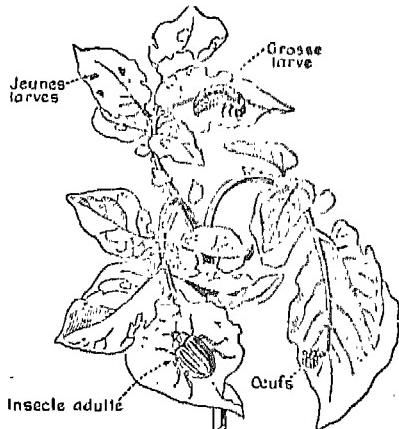


Fig. 9. — Le Doryphore : terrible ravageur des Pommes de terre, dont il dévore les feuilles dès qu'il éclos. On sait heureusement s'en débarrasser à l'aide de poudres ou de bouillies insecticides.

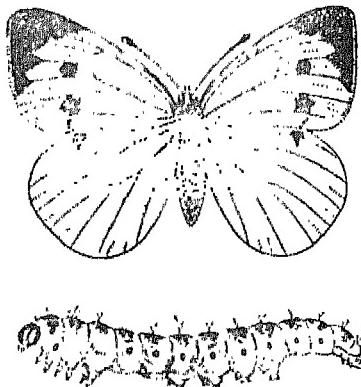


Fig. 10. — La Piéride, ou Papillon blanc du chou. Sa chenille dévore les feuilles du chou.

les Limaces : on les détruit par arrosage avec une solution de 1 à 2 grammes d'alun par litre d'eau.

les Pucerons : on les arrose avec une solution dans l'eau (1 litre), de savon noir (200 grammes) et de nicotine (200 grammes de jus de tabac) -- ou eau (1 litre) savon noir (250 grammes), pétrole (700 grammes).

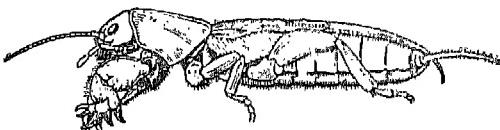


Fig. 11. — La Courtillière ou Taupe-grillon. Elle creuse des galeries dans la terre arable à l'aide de ses pattes antérieures, robustes et larges. Elle coupe avec ses fortes mandibules, les racines qu'elle rencontre.

gnons microscopiques qui envahissent les feuilles et fréquentes sont :

le Mildiou de la pomme de terre (de la même famille que le mildiou de la vigne). Les feuilles se dessèchent et semblent grillées. La bouillie bordelaise est le meilleur remède (eau 100 litres, sulfate de cuivre 3 kg, chaux grasse en pierre 1 kg 5) ; traiter à la mi-juin, puis deux autres fois à 15 jours d'intervalle.

les Harnetons : les ramasser le matin, les jeter dans un trou en terre et les arroser d'un lait de chaux.

les Vers blancs, les Courtilières (fig. 11), les Fourmis... que l'on détruit au cours des labours.

3^e Maladies. -- Elles sont dues à des champignons qui font sécher. Les plus

le blanc, ou **Oïdium**, qui attaque les feuilles des haricots et des pois, et que l'on combat par la fleur de soufre répandue par temps sec et chaud.

Notez que la rotation des cultures, déjà recommandée plus haut, est un bon moyen de prévenir ces maladies.

7..Pour orner le jardin et la maison, cultivez quelques fleurs

Vous avez le choix, car les espèces florales sont aussi nombreuses que les potagères. Elles exigent d'ailleurs les mêmes soins.

Elles se multiplient aussi de la même façon :

soit par **semis** : Reine-Marguerite, Giroflée, Balsamine, Pétunia, Zinnia...

soit par **bouturage de rameaux** : Géranium, Chrysanthème, Hör-tensia ; de **tubercules** : Dahlia ; d'**oignons** : Glaïeul, Jacinthes, Iris.

soit par **éclatage** (division des touffes) : Violette, Phlox, Pivoine...

Les **Rosiers** sont des arbustes qui se multiplient facilement par bouturage ou éclatage des pieds ; on peut les greffer sur sauvageon ou églantier. Pour la taille, on enlève les vieilles branches, mais on conserve les rameaux d'un an qui porteront des fleurs. Il est bon de les protéger en hiver si l'on craint les grands froids en les enveloppant de paille.

III. — RÉSUMÉ

Dans un jardin dont la terre a été bien préparée par des labours et bien engrangée, il faut pour obtenir de bons rendements en légumes :

1^o alterner les cultures, pour que la même plante ne revienne sur le même emplacement qu'après plusieurs années (rotation des cultures ou assouflements).

2^o sélectionner les semences : les récolter sur des pieds sains et vigoureux, trier les plus belles graines.

3^o semer ou planter de préférence en lignes pour faciliter les sarclages ; les semis se font sur place ou en pépinière ; dans ce cas, il faut repiquer les jeunes plants.

4^o protéger les plantes contre leurs ennemis :

- a) les mauvaises herbes, par des sarclages ;
- b) la sécheresse, par des arrosages ;
- c) les parasites : (doryphores, chenilles, puceron, limaces, hannetons, vers blancs, courtilières), par des produits insecticides ;
- d) les maladies : mildiou de la pomme de terre (que l'on combat avec la bouillie bordelaise) ; blanc ou oïdium du haricot, pois (que l'on traite par la fleur de soufre).

La culture des fleurs est soumise aux mêmes règles générales que celle des légumes.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Faire au jardin scolaire les travaux de la saison notamment les semis de plantations, repiquages, sarclages, arrosages, destruction des insectes parasites des légumes.

2. A l'arrachage des pommes de terre, sélectionner des tubercules pour les planter au printemps suivant. Fabriquer des claies pour les faire germer ; les disposer sur ces claies côte à côté (fig. 12) en une seule couche, l'extrémité portant le plus grand nombre d'yeux en haut; conserver ces claies pendant l'hiver dans un local éclairé aéré, à température moyenne. — Observer le développement des germes et chaque mois noter ses progrès.

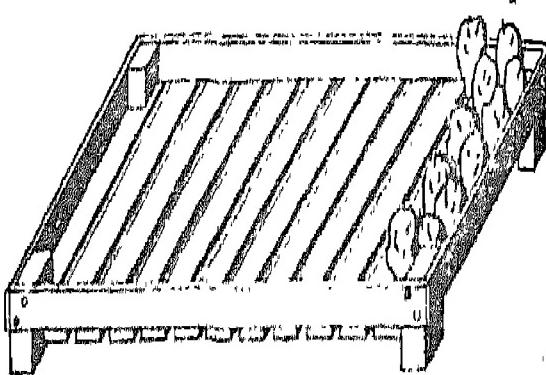


Fig. 12. ... Clai de plants de Pommes de terre.
Les plants sélectionnés, disposés sur ces plans et conservés dans un local à température constante, présentent, au moment de la plantation, des vertus courts, verts, trapus, qui donneront des tiges vigoureuses et robustes.

3. Observez, récoltez et décrivez les mauvaises herbes du jardin ; récoltez-les et conservez-les dans un herbarium : *Mercuriale*, *Liseron*, *Mouturon rouge*, *Renoncule*, *Euphorbe*, *Chardon*, *Sénecion*, *Chiendent*, *Laiteron*, *Orties*, *Moutarde*, *Coquelicot*, *Lamier rouge*, *Gaïtel*.

CALENDRIER DES SEMIS ET PLANTATIONS AU POTAGER

PLANTES	MÉTHODE DE MULTIPLI- CATION	ÉPOQUES		
		DU SEMIS	REPIQUAGE	RÉCOLTE
All	Plant en place (caissons)	Février - Avril Octobre (Midi)		Juin - Juillet Janv. - Févr.
Betterave à sucre	Semis en place ou en pépinière	15 avril-15 mai	Quand le plant a la grosseur d'un crayon	Août-Hiver
Carotte	Seeme en place	Février-Avril		Juin - Sept.
Cerfeuil	Semis en place	Mars à Sept.		Avril à hiver
Persil				
Chou cabus ou pomme	Semis en pépinière	Chou cabus Avril - Sept. Chou cabus Févr. - Mars	Quand le plant a 2 ou 3 feuilles	Eté - Automne Automne - hiver
Chou de Bruxelles	Semis en pépinière	Mars-Mai	Avril	Octobre à printemps
Chou-fleur	Cultive d'ensemence : semis en pépinière	Mai	Quand le plant a 2 ou 3 feuilles	Octobre
Echalote	Semis en place (bulbes)	Avril		Juill. - Sept.
Epinard	Semis en place	Fin Février Octobre		Mai-Juillet Autom., Print.
Fève	Semis en place	Fin Fév.-Avril		Juin-Août
Haricots	Semis en place	Mai à Août (jusqu'au 15 juin pour récolter en sèche)		Juill. - Oct.
Laitue de printemps	Semis au pied d'un mur à bonne exposition	Mars	Avril	Fin Mai - Juin Juillet
Laitue et Roquette	Semis en pépinière	Mars - Juillet	1 mois après	Mai - Octobre
Laitue d'hiver	Semis en place	Août - Sept.	Quand le plant a 5 ou 6 feuilles	Avril
Oignon ordinaire	Semis sur en place	Fin Févr.-Mars		Automne-Hiv.
Poireau	Semis en pépinière	Février-Mars	Avril	Septembre fin Hiver
Pois	Semis en place	Mai - Juin		Avril - Août
Pomme de terre	Semis en place	Février à Juin		Juin - Octobre
Toomate	Semis sur écone	Mars - Avril		Août - Octobre
		Fin Mars	Fin Mai	

37^e LEÇON

LE PETIT ÉLEVAGE LE POULAILLER — LE CLAPIER

II. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Quels produits tire-t-on de l'élevage des poules ?
2. Décrivez un poulailler et son enclos s'il y a lieu. Quelles sont ses dimensions approximatives ? Combien de poules abrite-t-il ?
3. Observez une poule à la campagne. A quoi occupe-t-elle la plus grande partie de son temps ? Que fait elle avec ses pattes, son bec ?
4. Que donne-t-on aux volailles pour compléter la nourriture qu'elles trouvent elles-mêmes ?
5. Observez une poule qui couve, qui promène ses poussins, qui les abrite sous ses ailes.
6. Quels produits l'élevage des lapins fournit-il ?
7. Décrivez un clapier. Combien de cases, dimensions approximatives de chacune d'elles, comment sont-elles disposées ?
8. Quels sont les aliments préférés du lapin ?

III. — LEÇON

L'élevage des poules, pigeons, lapins, abeilles¹ — ou petit élevage — est le complément naturel du jardinage, car il permet d'utiliser très avantageusement les déchets du potager : légumes en excédent ou de qualité inférieure, herbes des sarclages, épluchures... ainsi que les restes de table qui, autrement, seraient perdus.

Il n'exige qu'un travail quotidien facile, de courte durée, mais régulier et soigné.

En contre-partie, il procure à la famille des œufs frais en toutes saisons et, de temps à autre, un succulent rôti ou un délicieux civet.

I. — L'élevage des Poules.

Il est possible dans la plupart des ménages, car il faut peu de place : pour abriter 6 à 8 poules et un coq, un poulailler d'un mètre carré et un

1. Voir *Leçons de Sciences au Cours moyen*, page 236 et 237 : *L'abeille domestique*.

enclos de 2 à 3 mètres carrés suffisent à la rigueur (fig. 1), mais il est préférable qu'ils aient un terrain de parcours aussi étendu que possible.

1. Le poulailler : il doit être tenu propre.

Il est installé sur un sol sec, et pourvu de pondoirs et de perchoirs.

Les perchoirs sont des barres de bois arrondies, horizontales, à 70 centimètres environ du sol. Il faut pouvoir les enlever facilement pour les nettoyer.

Les pondoirs sont de petites caisses garnies de paille à l'intérieur, fixées contre une cloison à 30 centimètres du sol ; un suffit pour 2 ou 3 poules.

Les parois du poulailler sont, deux fois par an au moins, lavées, brossées, passées au lait de chaux ou à l'eau de Javel ; on détruit ainsi les larves d'insectes parasites et les germes de maladies contagieuses qui causent parfois de grands ravages (diphthérie, choléra des Poules...).

Une litrière de fine paille sous les perchoirs reçoit les excréments de la nuit ; on la renouvelle chaque semaine, afin que le sol du poulailler soit toujours propre.

Lorsque les Poules sont enfermées dans un enclos, on répand sur la terre du sable et des cendres, afin qu'elles puissent se « poudrer » pour se débarrasser de leurs parasites (poux...).

2. La nourriture des Poules.

Les poules aiment à chercher leur nourriture dans les prés et les champs. Elles sont voraces : insectes, vers, limaces, escargots, graines de toutes sortes, jeunes feuilles tendres et même débris de cadavres d'animaux ; tout leur est bon. Elles sont toujours en chasse. Aussi à la campagne, où elles peuvent errer en liberté, trouvent-elles une bonne partie de leur nourriture.

Lorsqu'elles vivent dans un petit enclos, il faut leur donner chaque jour environ 300 grammes d'aliments par tête :

1^o des graines de céréales, 30 à 40 grammes : petit blé, avoine,

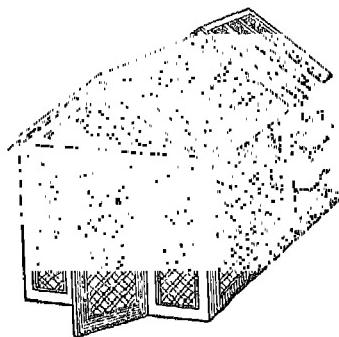


Fig. 1. — Poulailler pour petit élevage.
Au fond : l'abri ou poulailler proprement dit. En avant, la courtille où les poules s'ébattent librement pendant le jour.
À droite, boîte qui correspond au pondon place dans l'abri.

mais, sarrasin, qui favorisent la ponte : les grains concassés ou cuits sont mieux assimilés. On améliore la ponte et le pouvoir d'écllosion des œufs mis à couver en *faisant germer* une partie des graines avant de les donner aux Poules.

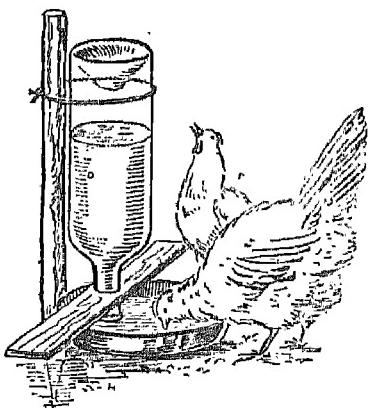


Fig. 2. — Abreuvoir à niveau constant pour volailles. Vous pouvez le construire vous-même.

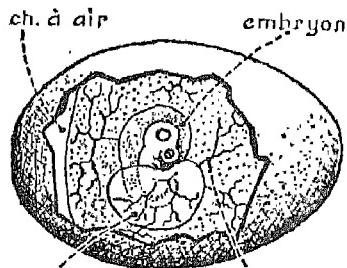


Fig. 3. — Oeuf de Poule au quatrième jour d'
On distingue

poussin, avec à ce qui se forme,
l'ébauche des membres, le cœur
qui bat. Le jaune est largement
couvert d'une membrane riche en
vaisseaux sanguins. Une membrane
respiratoire se forme qui permettra
à l'embryon de respirer à travers
la coquille.

2^e une pâtée de pommes de terre, ou betteraves, navets, topinambours, cuite dans les eaux grasses de cuisine avec les épluchures bien lavées des légumes, les restes de table, etc.

3^e des feuilles de légumes verts : laitues, choux, carottes, betteraves...

4^e de l'eau propre (fig. 2).

3. Conditions d'une bonne ponte.

Un poulailler salubre, une nourriture appropriée sont indispensables. Mais après leur troisième année, il faut remplacer les poules par de plus jeunes : les vieilles pondent peu et leur chair devient de plus en plus coriace.

Une pondeuse de bonne race donne environ 200 œufs par an.

4. L'élevage des poulets.

a) L'incubation. — Dans une caissette semblable à un pondoir, on dispose de 10 à 15 œufs, pondus depuis moins d'une semaine, de bonne taille, provenant de pondeuses fertiles, jeunes et vigoureuses. Et sur ce « nid », on pose une poule qui demande à couver¹. Elle y reste, accroupie, gardant les œufs

1. Ce que l'on reconnaît facilement : la poule glousse comme si elle avait des poussins, elle ne quitte le pondoir que si on la chasse, etc.

au chaud sous elle, à une température constante, voisine de 39°.

Elle tient le nid aussi longtemps qu'il est nécessaire, ne le quittant que quelques instants chaque jour, pour se nourrir de graines mises à sa portée. Elle prend bien soin de ses œufs, qu'elle retourne de temps à autre avec son bec.

Dans chaque œuf, le germe, visible sur le jaune, se développe progressivement, se nourrissant du blanc et du jaune (fig. 3); en 21 jours, il devient un jeune poussin, qui brise sa coquille avec son bec, et sort emplumé de duvet (fig. 4).

b) L'élevage des poussins. — La mère prend soin d'eux. Il suffit de mettre à leur portée une nourriture appropriée.

On ne leur donne rien pendant les deux premiers jours.

Ensuite : mie de pain trempée dans de l'eau ou du lait ; œufs cuits durs et réduits en miettes.

Après le 5^e jour : pâtée de farine d'orge, verdure hachée menu.

Pour à peu, on ajoute du riz, du millet, pour que les jeunes s'habituent aux grains, puis de l'avoine et du blé concassés, des pâtées, de la verdure.

c) L'engraissement des poulets.

Deux conditions sont à réaliser pour un engraisallement rapide :

1^o le repos : on enferme les poulets dans des cages ou épinettes (fig. 5).

2^o une nourriture abondante de grains (maïs, sarrazin) et de pâtées riches en farine.

La chair rôtie de ces poulets est tendre, délicieuse.

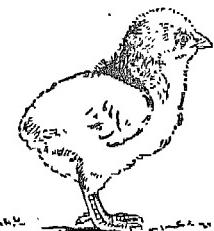


Fig. 4. — Un Poussin.
Il a encore la forme générale
d'un œuf.

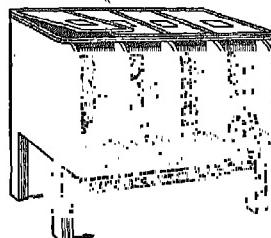


Fig. 5. — Epinette.
Cage en bois ou en osier pour
l'engraissement de poulets.
Immobiles dans leurs cases et
bien nourris, ils s'engraissent vite.

II. — L'élevage des Lapins.

1. Le clapier.

Le Lapin domestique vit enfermé dans une boîte, ou case, dont les parois sont en bois dur ou en fibro-ciment et qui reçoit l'air et la lumière par une porte grillagée (fig. 6).

Le sol est légèrement incliné pour que l'urine s'écoule dans une gouttière, hors de la case.

Pour un petit élevage, quatre cases suffisent : une pour un mâle, une pour une mère et ses petits, la troisième pour 5 ou 6 lapereaux mâles, une quatrième pour les jeunes femelles. Elles doivent être suffisamment spacieuses : 1 mètre de longueur, 0,80 mètre de largeur et 0,70 mètre de hauteur. On les superpose pour diminuer l'encombrement (fig. 1). Leur ensemble constitue le clapier.

Dans chaque case, on installe un râtelier à fourrages, une augette pour les grains et les pâtées, une augette inversable pour l'eau (fig. 7), car le Lapin boit, contrairement à un préjugé fort répandu.

Comme le poulailler, le clapier doit être tenu très propre ; litière de paille fréquemment renouvelée, nettoyage à fond suivi d'un lavage du sel et des parois à l'eau javellisée ou au crésyl au moins une fois par trimestre.

Les clapiers mal tenus sont dévastés par les épidémies : dès que crève un Lapin, la désinfection au crésyl est indispensable.

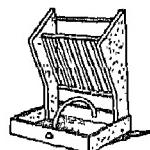


Fig. 6. — Clapier pour petit élevage. Plusieurs abris scindables peuvent être disposés côte à côté.

2. La nourriture.

Le Lapin est un herbivore. À la ferme, on lui donne, en été, des fourrages frais (trèfle, luzerne, foin), etc., des racines (betteraves, carottes...), on ajoute de l'avoine pour ceux que l'on engrasse, des pâtées pour les jeunes (son, pommes de terre) ; en hiver, même régime, mais fourrages secs.

Les amateurs de petit élevage utilisent les épluchures bien lavées des légumes pour faire des pâtées, les herbes sauvages du jardin fraîchement cueillies et séchées¹ (Sénéçon, Lamier rouge, Pissenlit).

Certaines plantes empoisonnent les Lapins, notamment : Mignon rouge, Mercuriale, Euphorbe (fig. 8), Ciguë, Gaillet, etc., toutes plantes que vous devez apprendre à connaître.

3. Le rendement d'un clapier.

Il est avantageux si le clapier échappe aux épidémies.

1. Les plantes mouillées ou fermentées sont néfastes au lapin,

La chair du Lapin jeune et bien engrassé est la base d'excellents civets et de délicieux pâtés.

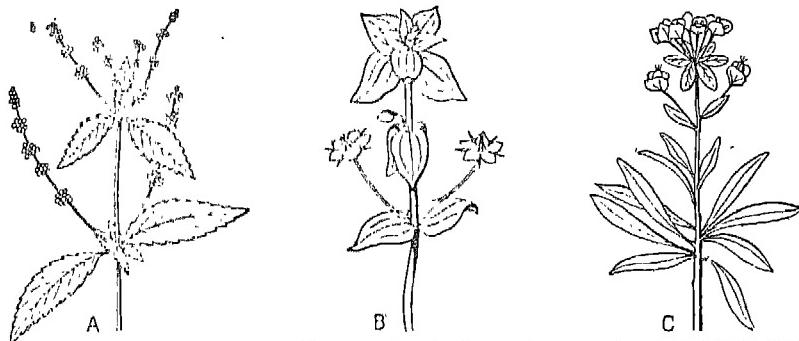


Fig. 8. — Trois plantes, mortelles pour les Lapins, qui poussent abondamment dans les jardins mal satisfaits. A. Mercuriale. B. Moluron rouge. C. Euphorbe.

Sa peau est recherchée par l'industrie de la fourrure, qui la tanne et l'utilise soit au naturel, soit teinte en imitation de la loutre, du castor, etc. (fig. 9).

Enfin, le fumier du clapier est un excellent engrais pour le jardin.

III. — RÉSUMÉ

1. Le poulailler doit être tenu propre : litière renouvelée chaque semaine, désinfection des parois et du sol chaque semestre.

Le terrain de parcours des poules est aussi grand que possible.

2. Les poules sont omnivores : elles mangent des végétaux (graines, fruits, jeunes feuilles) et des animaux (viandes, insectes, limaces, escargots...). On les nourrit avec des graines de céréales, de la verdure, des pâtes faîtes de pommes de terre, épeluchures de légumes, déchets de table. Il faut mettre de l'eau propre à leur portée.

3. Les meilleures pondeuses sont des poules de bonne race, jeunes, vigoureuses, bien nourries.

On engrasse rapidement les poulets sur les tenant enfermés et en les gavant avec des graines de céréales et des pâtes riches en farine.

4. Les lapins vivent enfermés dans des casos, assez spacieuses, bien aérées, tenues propres (entretien des litières, fréquentes désinfections).

Ils sont herbivores ; leurs aliments doivent être variés : fourrages frais ou

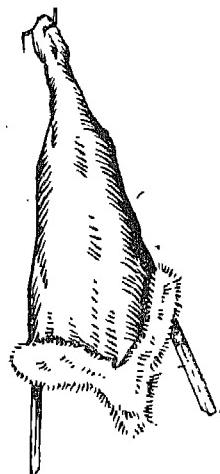


Fig. 9. — Peau de Lapin. Elle est tendue par une baguette de bois flexible et mise à sécher pour être vendue.

secs, racines, pâties (de pommes de terre, d'épluchures, son) graines d'avoine ; ils doivent avoir de l'eau à leur disposition.

IV. -- EXERCICES D'APPLICATION

1. Visitez une grande bâcherie, à Poëcillon, et renseignez-vous sur la disposition des pouilliers, les soins de propreté qu'ils exigent, la nourriture donnée aux volailles.
2. Apprenez à distinguer les meilleures races de poules : pour la production des œufs (Leghorn, Orpington), pour la production de la chair (du Mans, de Bresse), mixtes (chair et œufs) (Grèves-en-Couer, Houdan).
3. Apprenez à connaître les herbes qui empoisonnent les Lapins, celles dont il est friand.
4. Comment prépare-t-on les peaux de Lapin fraîchement tués en attendant de les vendre ? Le mieux est de les faire sécher en les tendant fortement à l'aide d'une baguette de bois recourbée en U (fig. 3).
5. Fabriquez un abreuvoir à niveau constant pour la vedaillerie.
6. Que signifie ce dicton villageois : *« les poules portent pour le be »*.

1. Voir *Leçons de Sciences au Cours moyen*, Delagrave, éditeur, page 94 (fig. 8).

V. — LES TRAVAUX INTÉRIEURS D'USAGE COURANT



« ... Qu'il est plaisir de se trouver, son outil dans les mains, devant son établi, sciant, coupant, rabotant, rognant, chantournant, chevillant, limant, tripotant, triturant la matière belle et ferme qui se révolte et plie, le bois de noyer doux et gras, qui palpite sous la main. Joie de la main exaucée, des doigts intelligents, des gros doigts d'où l'on voit sortir la fragile œuvre d'art !... »

ROMAIN ROLLAND.

38^e LEÇON

LES PESÉES : BALANCES

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Qu'est-ce qu'un levier de meçon ? Comment peut-on soulever une grosse pierre avec cet outil ? Dessinez-le et indiquez sur le schéma : le point d'appui, la puissance, la résistance, les deux bras de levier.
Où faut-il placer le point d'appui pour soulever une lourde pierre ? Pourquoi ? Quelle est la loi du levier ? Si les bras de levier étaient égaux, quelle serait la grandeur de la puissance par rapport à la résistance ?
2. Dessinez le schéma d'une balance à plateaux suspendus : le bâti qui supporte le fléau, le fléau et ses 3 couteaux, les deux plateaux. Pourquoi les poids mis dans les plateaux sont-ils égaux lorsque le fléau est horizontal ?
3. Quelles ressemblances et quelles différences y a-t-il entre une balance à plateaux suspendus et une balance de Roberval ?
4. Utilisez trois poids marqués (on besoin aidaez vous de la fig. 4). Mesurez (enfoncez cette boîte de 3 échiquiers) sur quel réaliser deux fois plus de 3 à l'intervalle ; par exemple : 1+7 g. + 3 g.
5. Pesez un livre en operant méthodiquement.
6. Qu'est-ce qu'une balance fidèle ? une balance juste ? une balance sensible au centigramme, au milligramme ?
7. Utilisez la balance automatique de Roberval ou chantelets, éprouvez : lorsque les deux plateaux, la gronde, le bâti qui indique le poids de l'objet sont sur le plateau de droite. A quoi sert le plateau de gauche ?

II. — LEÇON

Avec la balance à plateaux suspendus (fig. 1) et la balance de Roberval, étudiées l'an passé*, les commerçants en utilisent d'autres plus commodes ou plus robustes :

la balance automatique (fig. 7), avec laquelle on fait des pesées rapides, sans utiliser de poids marqués ;

la balance romaine, ou simplement romaine (fig. 1, page 309), si robuste qu'on peut la transporter sans risque de la déformer ;

les bascules (fig. 3, page 310), qui servent à peser les marchandises lourdes et encombrantes.

1. *Poids marqués* : ainsi appelés parce que chacun d'eux a un poids connu marqué sur lui.

2. *Leçons de Sciences au cours moyen* (Delagrave, éditeur), pages 76 à 79.

Parce que vous aurez sûrement à faire des pesées avec ces instruments, nous allons les étudier.

1. Rappelons la description et les qualités des balances à plateaux suspendus et des balances de Roberval.

Description. — La balance à plateaux suspendus se compose essentiellement (fig. 1) d'un levier à bras égaux, ou fléau, très mobile autour de l'arête d'un couteau fixé en son milieu. Ce fléau porte deux plateaux, par l'intermédiaire de deux autres couteaux, un à chacune de ses extrémités.

Dans la balance de Roberval (fig. 2), les plateaux sont au-dessus des couteaux extrêmes, portés par deux tiges maintenues verticales grâce au contre-fléau caché à l'intérieur du socle.

Chaque balance est accompagnée d'une boîte de poids marqués (fig. 3 et 4).

Qualités. — Une balance doit être fidèle, juste, aussi sensible que possible.

a) Elle est fidèle, si elle donne toujours le même poids pour le même objet, quelle que soit la place de l'objet ou des poids marqués sur les plateaux. La fig. 5 indique comment on vérifie la fidélité d'une balance. Une balance qui n'est pas fidèle est évidemment inutilisable, puisque

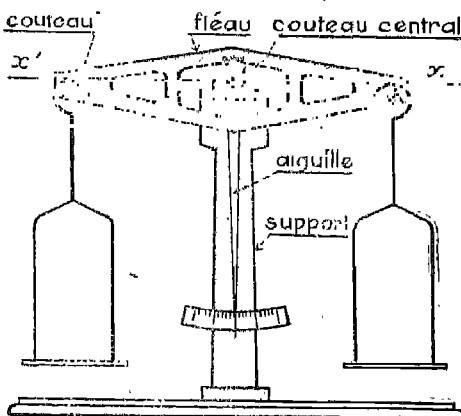


Fig. 1. — Balance à plateaux suspendus.

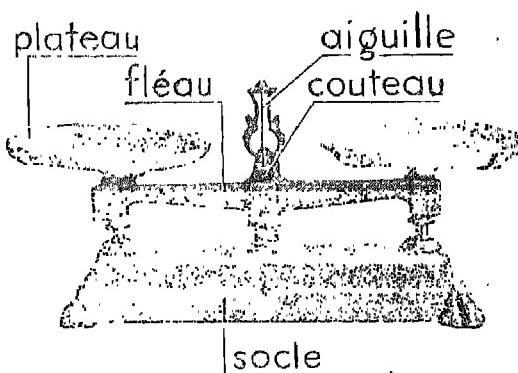


Fig. 2. — Balance de Roberval.
A l'intérieur du socle se trouve le contre-fléau.

pour le même objet, elle ne donne pas toujours le même poids. La fidélité est la qualité essentielle d'une balance.

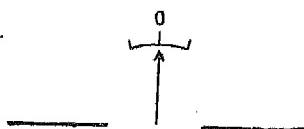


Fig. 3. — Dessin simplifié, ou schéma, d'une balance en équilibre : nœud de graduation.

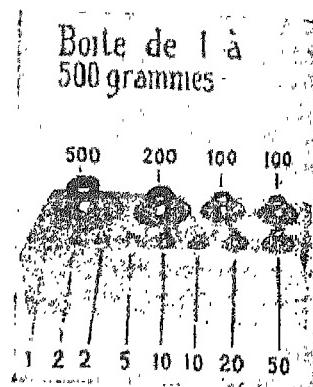


Fig. 4. — Boîte de poids marqués de 1 à 500 grammes. Elle permet des pesées jusqu'à 1 000 grammes.

b) Elle est juste si le corps pèse autant que les poids marqués qui lui font équilibre¹, ce qui exige que les coudeaux des extrémités soient à égale distance du couteau central, autrement dit que les bras de levier soient égaux. La fig. 6 indique comment on vérifie la justesse d'une balance.

Pour les besoins ordinaires du commerce (épicerie, boucherie, quincaillerie) toutes les balances de Roberval sont suffisamment justes.



Fig. 5. — Cette balance est fidèle : car le poids qui équilibre l'objet a pesé sur les plateaux,

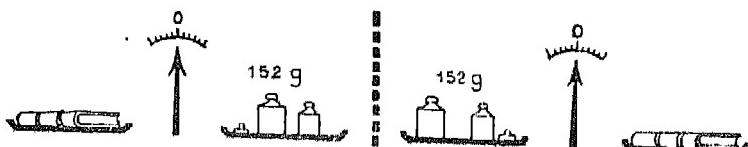


Fig. 6. — Cette balance est juste : car le poids trouvé (152 grammes) est le même quand on change de plateau l'objet et les poids marqués.

1. Rappelons qu'une balance est dite en équilibre lorsque le fléau est horizontal.

c) Elle est sensible, au gramme par exemple, si, étant en équilibre, (objet à peser dans un plateau et poids marqués dans l'autre), un poids de 1 gramme ajouté d'un côté fait pencher nettement le fléau de ce côté.

Pratiquement, on mesure la sensibilité d'une balance portant un arc gradué par la surcharge qui fait déplacer la pointe de l'aiguille de 1 division de cet arc.

Les balances de précision sont sensibles au milligramme (balances de pharmaciens, de chimistes, etc) ; elles sont à plateaux suspendus.

d) Fidélité, justesse, sensibilité, toutes les qualités d'une balance dépendent de la *qualité de sa construction*, notamment des arêtes des couteaux, qui doivent être fines, parallèles, les arêtes extrêmes à égale distance de celle du couteau central.

2. La balance automatique permet des pesées rapides sans se servir de poids.

Aussi est-elle très utilisée par les épiciers, bouchers, etc. (fig. 7).

C'est une balance de Roberval perfectionnée par l'adjonction du mécanisme suivant : un ruban d'acier, dont une extrémité est fixée au fléau, s'enroule sur une pièce métallique appelée came qui peut tourner autour d'un axe. Cette came porte une longue aiguille et un contre-poids qui maintient le ruban constamment tendu.

On place toujours l'objet à peser sur le plateau de droite. Le fléau s'incline, entraîne le ruban qui fait tourner la came : l'aiguille se déplace devant le cadran et, quand elle s'arrête, sa pointe indique le poids de l'objet.

Si celui-ci pèse plus de 1 kilogramme, (1 250 grammes, par exemple), on met un poids marqué de 1 kilogramme sur le plateau de gauche et l'aiguille marque sur le cadran 250 grammes.

III. — RÉSUMÉ

1. La balance à plateaux suspendus se compose d'un levier, ou fléau, très mobile autour de son point d'appui (couteau). Les plateaux sont accrochés au fléau, à égale distance du point d'appui.

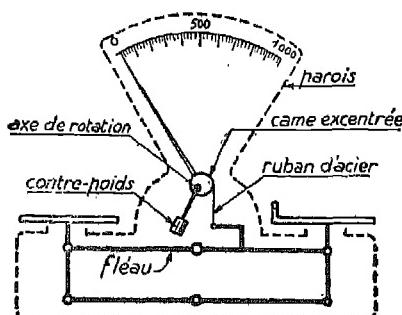


Fig. 7. — Schéma d'une balance automatique. Balance qui remplace de plus en plus la balance de Roberval chez les commerçants.

Dans la balance de Roberval, une paire de tiges dispense dans le socle, maintient verticales les tiges qui portent les plateaux. Ainsi, pour équilibrer le piqueur contre le dessous du plateau.

2. Une balance doit être fidèle, mais il n'est pas nécessaire qu'elle soit précise. La qualité essentielle est la fidélité.

3. La balance de Roberval qui est une évolution de l'ancienne balance de Poggio, porte un cadran gradué devant l'ouverture de l'équerre pour lire la longueur algébrique. La pointe de cette aiguille indique le poids du corps en rapport avec le plateau.

IV. — EXERCICES ET AIDE AU TRAVAIL

1. Questions. — 1. Décrivez une balance à plateau et son principe.

2. Dessinez la schéma d'une balance de Roberval et décrivez celle-ci.

3. Quels sont les poids maxima que l'on peut peser avec une balance ? Montrez, sur des exemples, qu'il existe une telle limite qui peut dépasser nos poids quelconques (exprimés en grammes) de 0 à 1 fois centaine.

4. Comment faut-il procéder pour peser rapidement un objet ? Décrivez une pesée méthodique.

5. Quand dit-on qu'une balance est fidèle ? Quand on ne voit pas d'une balance qui n'est pas fidèle ? Comment vérifie-t-on la fidélité d'une balance ?

6. Qu'est-ce qu'une balance juste ? Comment vérifie-t-on la justesse d'une balance ?

7. Que signifie l'expression : cette balance est équivalente au gramme ? au cent-

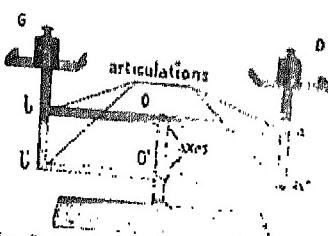


Fig. 8. — Photographie d'une balance de Roberval construite avec un jeu de constructions mécaniques ou avec des planchettes en bois.

grammes par exemple ; vous déformeriez le plateau, ce qui la rendrait inutilisable.

3^e Conservez-la à l'abri de la poussière et de l'humidité.

4^a De temps à autre, nettoyez-la et graissez légèrement les coulisseaux à l'huile d'un pinceau (ou d'une plume d'oiseau) trempé dans de l'huile de vaseline.

5. Comment peut-on peser avec une balance fausse ? On équilibre l'objet à peser avec du sable, des cailloux ou des traits de plomb ; c'est faire la tare. Puis, sans toucher à la tare, on remplace l'obj'et par des poids marqués. (Méthode de la double pesée).

6. Construisez une balance de Roberval avec un jeu de constructions mécaniques ou avec des planchettes en bois que vous préparerez à l'atelier. (fig. 8).

II. Exercices. — 1. Exercez-vous à connaître les poids marqués à première vue, sans les peser.

2. Exercez-vous à peser rapidement un objet en opérant méthodiquement.

3. Exercez-vous à examiner les poids d'objets variés, bien qu'en les soupesant. Vérifiez ensuite par les pesées.

4. Entretenez la balance de votre mère en bon état :

1^e Menez-la avec précaution pour ne pas déformer les équerres.

2^e Ne pesez pas de corps dont le poids dépasse la force indiquée sur le socle : 5 kilogrammes.

3^e Ne pesez pas de corps dont le poids dépasse la force indiquée sur le socle : 5 kilogrammes.

4^e Ne pesez pas de corps dont le poids dépasse la force indiquée sur le socle : 5 kilogrammes.

5. Comment peut-on peser avec une balance fausse ? On équilibre l'objet à peser avec du sable, des cailloux ou des traits de plomb ; c'est faire la tare. Puis,

sans toucher à la tare, on remplace l'obj'et par des poids marqués. (Méthode de la double pesée).

BALANCES A BRAS DE LEVIER INÉGAUX: ROMAINES ET BASCULES

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Décrivez une romaine¹ en vous aidant de la fig. 1. La graduation est-elle en parties d'égale longueur ?
 2. Suspendez une charge au crochet et déplacez le curseur pour que le fléau se tienne horizontal : lisez le poids de la charge sur le fléau au point où se trouve le curseur.
 3. En suspendant au crochet des poids marqués (1 kg, 2 kg, 5 kg), vérifiez si la romaine est juste.
 4. Peut-on, avec cette balance, peser un corps à 1 g près, ou à 10 g près,
- ou à 100 g près,...? Quelle est sa sensibilité?
 5. Décrivez une bascule au dixième¹ (voir les fig. 3 et 4). Enlevez le tablier pour voir ses supports et dessinez-en un schéma. Remettez-le en place avec soin, pour qu'il soit bien stable.
 6. Pesez un camarade, en procédant méthodiquement avec les poids marqués. Vérifiez que la bascule est fidèle, suffisamment juste (en pesant un poids connu). Mesurez sa sensibilité.

II — LEÇON.

1. La romaine est un levier à bras inégaux.

Elle se compose d'un fléau, barre de fer mobile autour d'un couteau horizontal. Ce couteau est supporté par un anneau que l'on tient à la main (fig. 1 et 2). Un crochet, lui-même suspendu à un autre couteau, porte le corps à peser.

Un poids, ou curseur, peut être déplacé le long du fléau qui est gradué. Lorsque ce fléau

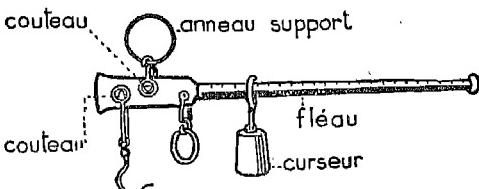


Fig. 1. — Romaine.

C'est une balance à bras de levier inégaux. L'un de ces bras a une longueur variable : lequel ?

1. Si l'École n'a pas cet instrument, le Professeur s'efforcera de se le procurer en l'empruntant à un commerçant.

se tient horizontal, on lit directement le poids du corps sur la graduation, au point où le curseur est suspendu.

La romaine est un *appareil robuste*, facile à transporter. Elle dispense d'une boîte de poids marqués. Mais elle est *petit sensible, donc peu précise*; elle n'indique le poids d'un objet qu'à 50 grammes près, ce qui est d'ailleurs suffisant pour les denrées de peu de valeur (vieux chiffons, ferrailles...)

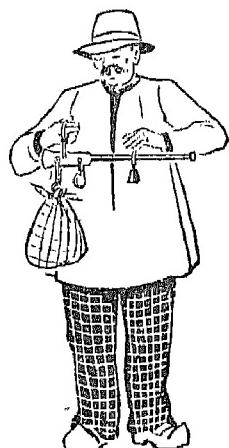


Fig. 2. — Voyez comment on se sert d'une romaine pour faire une pesée.

2. La bascule au dixième est une combinaison de leviers.

Description. — Un bâti A B C sert de support aux pièces mobiles (fig. 3 et 4).

Le fléau est ici le levier F O H G, qui a son point d'appui en O, sur le bâti.

Vous voyez à gauche un plateau suspendu, à droite le tablier; le premier reçoit les poids marqués, le second les marchandises à peser; c'est pour cette raison qu'il est de grandes dimensions.

Le tablier E D est accroché au fléau à l'aide de deux tringles en fer H E et G N; cette dernière soutient le levier N M, dont le point d'appui est en M sur le bâti, et sur lequel le tablier E D s'appuie en D.

Les longueurs sont telles que :

$$OF = 10 \text{ OH} = 2 \text{ OG} \quad \text{et} \quad MN = 5 \text{ MD}.$$

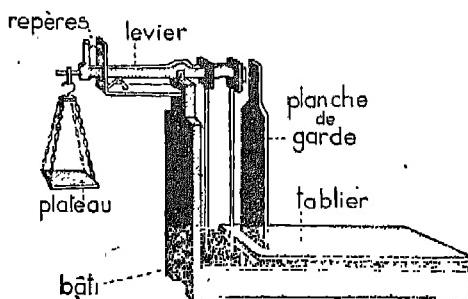


Fig. 3. — Bascule au dixième.
Elle sert à peser les marchandises lourdes et encombrantes. On les place sur le tablier. On met les poids marqués dans le plateau.

Expériences. — Le tablier étant vide, constatez que le levier F O G est horizontal (repères en face).

a) Mettez un poids marqué de 10 kg sur le tablier. Le levier F O G s'incline de ce côté. Pour le ramener horizontal, il faut mettre un poids de 1 kg dans le plateau.

b) Un élève monte sur le tablier et s'y tient im-

mobile. Mettez des poids dans le plateau pour ramener le levier horizontal. Opérez méthodiquement comme pour une pesée sur une balance de Roberval ; soit 4,65 kilogrammes. L'élève pèse 10 fois plus, soit 46,5 kilogrammes.

EXPLICATION. — Supposons, pour faciliter les calculs, que la charge du tablier soit de 100 kilogrammes. Elle se répartit sur les supports D et E ; par exemple : 80 kg sur D et 20 kg sur E.

a) Les 20 kg qui tendent à faire baisser le point E tirent sur le point H par l'intermédiaire de la tige E H. Pour maintenir horizontal le levier F O G, il faut mettre dans le plateau un poids de 2 kg, puisque $O F = 10 O H$.

b) Les 80 kg qui pèsent sur le point D tendent à faire baisser le levier M N qui a son appui en M. Mais, puisque $M N = 5 M D$, la tige G N tire sur le point N avec une force de $80 : 5 = 16 \text{ kg}$; inversement, la même tige G N tire sur le point G avec une force de 16 kg ; et pour que le levier F O G reste horizontal, il faut mettre dans le plateau un poids de $16 : 2 = 8 \text{ kg}$.

En définitive, quand le tablier porte une charge de 100 kg, il faut mettre une charge de $2+8=10 \text{ kg}$ dans le plateau pour maintenir horizontal le levier F O G. Ainsi la charge du plateau est le $1/10$ de celle du tablier. D'où le nom de bascule au dixième.

REMARQUE. — Il est évident que les bascules ne sont utilisées que pour les pesées de corps lourds et encombrants : colis et malles dans les gares, denrées agricoles vendues en gros, etc.

Elles ont l'avantage de n'utiliser que peu de poids marqués : mais elles sont peu sensibles : elles ne permettent de connaître le poids d'un objet lourd qu'à $1/2$ kilogramme près ; ce qui d'ailleurs est suffisant en pratique.

3. Bascule à curseur.

C'est la précédente bascule, perfectionnée pour éviter l'usage de poids marqués. Le plateau est supprimé et remplacé par le fléau d'une

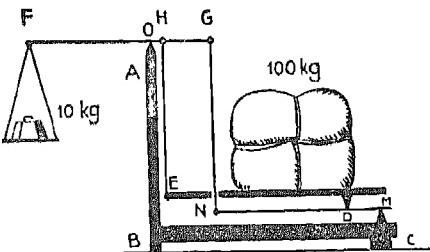


Fig. 4. — Bascule au dixième.
Schéma montrant la disposition des deux leviers F G et M N par rapport au bâti A B C. Ils sont en équilibre lorsque le poids mis dans le plateau est le dixième du corps à peser mis sur le tablier.

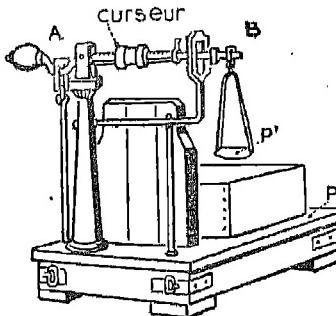


Fig. 5. — Bascule à curseur.
C'est une bascule agencée avec une romaine.

romaine, disposé parallèlement à la planche de garde du tablier (fig. 5).

Le corps à peser étant sur le tablier, on glisse le curseur le long du fléau jusqu'à ce que celui-ci se tienne horizontal (repères en face l'un de l'autre). On lit alors le poids du corps sur la graduation du fléau, en face de l'index du curseur.

4. Le pont-bascule.

C'est une grande bascule à curseur. Le tablier, qui est au niveau du sol, peut recevoir un chariot. On le pèse vide, puis chargé : le poids du chargement s'obtient en faisant la différence des pesées.

III. — RÉSUMÉ

1. La romaine est un levier ou fléau à bras inégaux. D'un côté agit le poids du corps à peser ; de l'autre le poids d'un curseur qui se déplace le long du fléau, qui est gradué.

Avantages: robuste, peu oncombrante, donc transportable, elle n'exige pas l'emploi de poids marqués.

Inconvénient: peu sensible.

2. La bascule au dixième est aussi une balance à bras inégaux. Elle se compose d'un fléau, supportant d'un côté un plateau suspendu, et de l'autre, par l'intermédiaire de tringles et de leviers, un second plateau de grandes dimensions, appelé tablier.

La charge mise sur le tablier pèse 10 fois plus que les poids marqués mis sur le plateau : cela résulte des longueurs des différents bras du levier.

3. La bascule à curseur est une combinaison de la bascule au dixième et de la romaine : le plateau suspendu de la bascule est remplacé par un curseur. Elle n'exige pas l'emploi de poids marqués parce qu'on lit directement sur le fléau le poids de la marchandise.

4. Le pont-bascule est une bascule à curseur de très grandes dimensions ; il permet de peser de très lourdes charges (voitures, ou wagons chargés).

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

I. Questions. — 1. Dessinez une romaine et décrivez-la. Quels sont ses avantages, ses inconvénients ?

2. Dessinez le schéma d'une bascule au dixième, et notez les longueurs des différents bras de levier. Expliquez pourquoi, lorsque le fléau est horizontal, le poids mis dans le plateau est le dixième du poids du corps mis sur le tablier.

3. Quelle est la différence entre une bascule au dixième et une bascule à curseur ? — Quels sont les avantages et les inconvénients de ces bascules ?

4. Pourrait-on se servir d'une bascule pour peser le pain chez un boulanger ? Pourquoi ?

Inversement, serait-il commode pour un boulanger d'avoir une balance de précision sensible au milligramme, même en supposant qu'il soit possible de lever les pains sur les plateaux ?

II. Exercices. — 1. Exercez-vous à faire des pesées avec une romaine et avec des bascules. Rendez-vous compte, dans chaque cas, de l'approximation du résultat; par exemple : ce sac de pommes de terre pèse 50 kg à moins de 100 ou 200 ou 500 grammes près.

2. Pourquoi, avant de faire une pesée sur une bascule, faut-il s'assurer que le bâti est stable et le tablier bien placé?

3. Vous avez une malle à peser et pas de bascule. Mais vous disposez de barres rigides et longues, en bois ou en fer, de cordes, de poids en fonte de 1, 2, 5 kg, de seaux, d'eau en abondance, etc., etc... Que faites-vous pour connaître approximativement le poids de la malle?

40^e LEÇON

APPLICATIONS DES BALANCES

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Quels sont les commerçants qui utilisent des balances ? Pourquoi pèsent-ils leurs marchandises ?
2. Le quincailler vend les clous, le fil de fer au poids. Comment peut-on, sans les compter un à un, connaître le nombre de clous dans un paquet de 1 kilogramme, ou la longueur en mètres du fil de fer d'un rouleau de 5 kilogrammes ?
3. Combien pèsent 1 cm^3 , 1 dm^3 d'eau ? — Si une bouteille pleine d'eau en contient 250 grammes, quelle est la capacité de cette bouteille ? — Imaginez, d'après cela, comment on peut mesurer la capacité d'un vase quelconque à l'aide de pesées.
4. Examinez et décrivez une éprouvette graduée. Comment pourriez-vous vérifier, en opérant par pesée, que sa graduation est exacte ?
5. Avez un flacon, un caillou qui peut entrer dans ce flacon, de l'eau, une balance et des poids marqués. Comment pourrez-vous mesurer le volume du caillou avec ce matériel ?

II. — LEÇON

La mesure des poids, que vous venez d'apprendre à faire correctement, à quel peut-elle servir ? À des fins très diverses comme vous allez vous en assurer.

1. Et, d'abord, cultivateurs, industriels, commerçants... ont fréquemment à peser des marchandises.

C'est que la plupart des denrées agricoles se vendent au poids : graines des céréales, pommes de terre, fromages, animaux de la ferme, etc... Il en est de même des produits vendus par les épiciers, bouchers, charcutiers ; des matériaux de construction (chaux, ciment, plâtre, métaux...) ; des produits chimiques (engrais... etc).

Par ailleurs, lorsqu'une cuisinière tient à réussir une pâtisserie, elle pèse farine, beurre, sucre... De même, dans toute industrie chimique, les matières premières utilisées pour la fabrication d'un produit — le verre, par exemple — sont soigneusement pesées.

2. A l'aide d'une balance, on peut, sans les compter, connaître le nombre d'objets contenus dans un paquet, à condition que ces objets soient tous pareils.

Voici un paquet de clous de même taille. Pesons-le : soit 985 grammes. Pesons 10 clous : 51,7 grammes. Le paquet contient environ,
 $10 \times \frac{985}{51,7} = 190$ clous.

De même, pour connaître sa recette de la journée, un commerçant qui a reçu de nombreuses pièces de même nature, préfère les peser au lieu de les compter.

3. La balance permet certaines mesures de longueur.

Voici un rouleau de fil de fer. Il serait difficile de mesurer la longueur du fil avec un mètre.

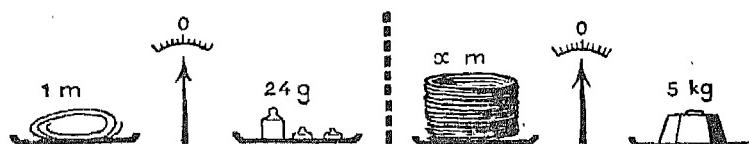


Fig. 1. — Quelle est la longueur x du fil de fer du rouleau ?

Pesez-le : soit 5 kg — Pesez 1 mètre de fil : soit 24 g (fig. 1).
Longueur totale du fil : $5000 : 24 = 208$ mètres.

4. La balance permet de mesurer des surfaces.

Lorsqu'une surface a une forme géométrique simple (carré, rectangle, triangle, cercle, etc), on en calcule facilement la grandeur en mesurant ses dimensions et appliquant les règles que vous avez apprises en système métrique.

Mais s'il s'agit d'une surface irrégulière, le calcul n'est plus possible. On peut alors procéder par pesée.

Prenons un exemple : voulez-vous, par exemple, connaître la surface d'une carte de France de votre livre de géographie.

1^e Reproduisez cette carte exactement sur un carton épais (fig. 2), partout de même épaisseur ; découpez-la ; pesez-la, soit : 4,8 grammes.

1. Ensuite, car on n'a pas tenu compte du poids de l'emballage.

2^e Découpez sur un carton identique un carré de côté 20 centimètres, surface $20 \times 20 = 400 \text{ cm}^2$. Pesez-le : soit 30 grammes.

La surface de la carte est : $\frac{400}{(16)} = 25 \text{ cm}^2$ soit centimètres carrés.

REMARQUE. — La distance de Brest à Strasbourg mesurée sur la carte est de 90 mm. Or, elle est, en réalité, de 900 km, donc :

une longueur de 1 mm sur la carte représente une longueur de 10 km sur le terrain ; un carré de 1 mm de côté sur la carte représente un carré de 10 km de côté ;

$\frac{1 \text{ mm}^2}{1 \text{ cm}^2} = \frac{100 \text{ km}^2}{100 \text{ km}^2} = 100 \text{ km}^2$ sur le terrain ;

une surface de 55 cm² $\frac{55}{100} = 0.55 \text{ km}^2$ La superficie de la France est donc d'environ 550 000 kilomètres carrés.

5. La balance permet de mesurer des capacités.

a) Jauger un vase c'est mesurer sa capacité. Soit à jauger un flacon.

Poids du flacon vide (fig. 3) 415 g

Poids du flacon plein d'eau (jusqu'au col) 515 g

Poids de l'eau qui emplit le flacon 515 - 415 = 100 g

Or, 1 centimètre cube d'eau pèse 1 gramme. La capacité du flacon est donc 100 centimètres cubes.

b) Graduation d'une éprouvette. Veuillez la figure 4 ; elle vous apprend comment on détermine le trait correspondant à la capacité de 100 centimètres cubes.

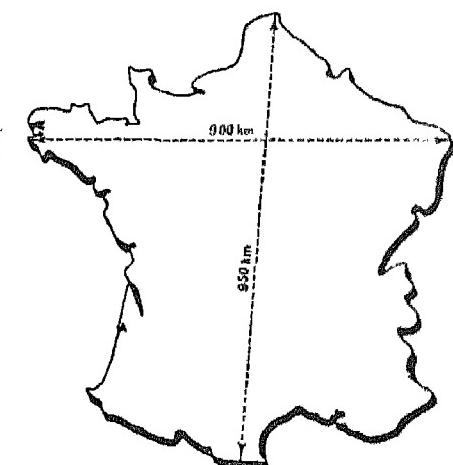
6. La balance permet de mesurer avec précision le volume d'un solide par la méthode du flacon.

Un solide a-t-il une forme géométrique simple : cube, parallélépipède rectangle, cylindre, cône, sphère ? Vous pouvez calculer son volume après avoir mesuré ses dimensions.

Fig. 2 — Vous pouvez mesurer la surface de cette carte en la pesant et en déduire la superficie de la France.

Il existe au contraire une forme irrégulière, compliquée, comme ce caillou ? Il faut procéder autrement.

A-t-il au contraire une forme irrégulière, compliquée, comme ce caillou ? Il faut procéder autrement.



a) Vous pouvez utiliser une éprouvette graduée, comme le montre la figure 8.

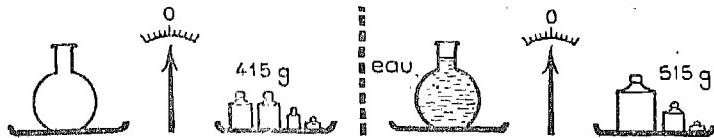


Fig. 3. — Jaugeage d'un flacon.

Expliquez d'après ces deux figures comment on peut, par des pesées, jauger un flacon, c'est-à-dire mesurer sa capacité.

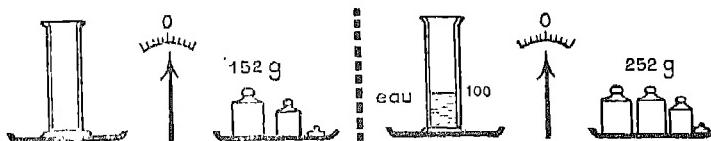


Fig. 4. — Graduation d'une éprouvette.

Expliquez comment on détermine le trait marqué 100.

b) Mais la méthode la plus précise quand il s'agit de corps de petites dimensions est celle du flacon, schématisée par les figures 9 et 10. Vous démontrez sans peine que le poids de l'eau, dont le corps a pris la place, est $102,3 - 25,2 = 77,1$ grammes. Le volume du corps est donc 77,1 centimètres cubes.

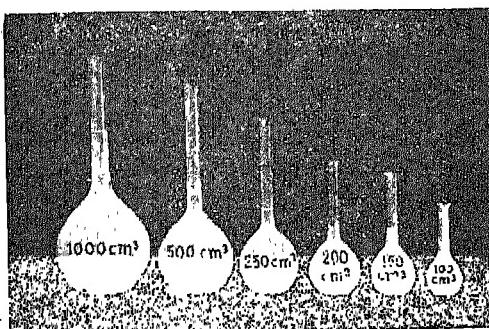


Fig. 5. — Fioles jaugees utilisées dans les laboratoires scientifiques et industriels pour mesurer rapidement les volumes des liquides.

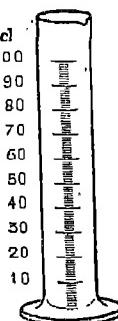
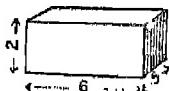


Fig. 6. — Éprouvette graduée pour la mesure rapide des liquides.

7. Densités ou poids spécifiques.

EXPÉRIENCE 1. — Vous avez fabriqué à l'atelier du fer un parallélépipède rectangle en fer (fig. 7). Mesurez ses dimensions ; par exemple :



Longueur : 6 cm Largeur : 5 cm Epaisseur : 2 cm
Son volume est : $6 \times 5 \times 2 = 60$ centimètres cubes.

Pesez-la ; soit 462 grammes.

60 cm³ de fer pèsent 462 g

1 cm³ de fer pèse $462 / 60 = 7,7$ g

On exprime ce résultat en disant que la densité, ou poids spécifique du fer, est 7,7 grammes par centimètre cube, ce qui s'écrit $7,7 \text{ g/cm}^3$.

Fig. 7. — Quel est le volume de ce parallélépipède rectangle ? — Les cotes sont exprimées en centimètres.

EXPÉRIENCE 2. — Voici une fiole jaunie de 250 cm³

Pesez-la vide ; soit 223 g

Pesez-la pleine d'huile ; soit 423 g

Poids de 250 cm³ d'huile : 423 - 223 = 200 g

Poids de 1 cm³ d'huile : $200 / 250 = 0,8$ g

La densité ou poids spécifique de l'huile est : 0,8 g/cm³.

EXPÉRIENCE 3. — Prenez une bouteille de 1 litre.

Pesez-la vide : 730 grammes.

Emplissez-la de grains de blé ; pesez-la : 1490 grammes.

1 litre de ce blé pèse : 1490 - 730 = 760 g

1 hectolitre de ce blé pèse : $760 \times 100 = 76000$ g = 76 kg

Le poids spécifique de ce blé est 76 kilogrammes par hectolitre ou 76 kg/ht.

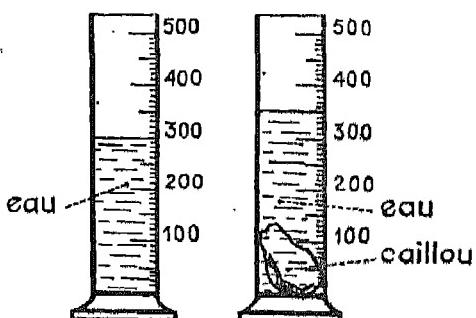


Fig. 8. — Mesure du volume d'un corps solide par la méthode de l'éprouvette graduée. Quel est le volume de ce caillou ?

On peut mesurer le poids en prenant telle unité que l'on veut : g, kg, ... De même on peut évaluer le volume à volonté en cm³, ou en dm³, ou en m³... Selon les cas, on choisit les unités les plus commodes.

Le nom de l'unité de densité est formé du nom de l'unité de poids, suivi du mot par, suivi lui-même du nom de l'unité de volume.

REMARQUE 1. — Vous savez que 1 litre ou 1 décimètre cube d'eau pèse 1 kilogramme. La densité ou poids spécifique de l'eau est donc 1 kilogramme par décimètre cube ou 1 kg/dm³.

REMARQUE 2. — Quels noms faut-il donner aux unités de densité ou de poids spécifique ?

Les exemples précédents montrent que le nombre qui mesure la densité d'un corps est le quotient du nombre qui mesure son poids par le nombre qui mesure son volume.

Le symbole de l'unité de densité est formé du symbole de l'unité de poids suivi du symbole de l'unité de volume, ces deux symboles étant séparés par l'un des signes de la division.¹ — Exemples :

$\frac{g}{cm^3}$	ou	$g : cm^3$	ou	g/cm^3
$\frac{kg}{hl}$	ou	$kg : hl$	ou	kg/hl

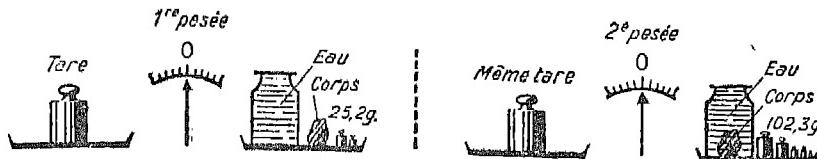


Fig. 9 et 10. Mesure du volume d'un petit corps solide par la méthode du flacon. Décrivez ces deux pesées — 1^e flacon, à large goulot, est plein jusqu'au bord et fermé par une plaque de verre au cours des deux pesées — Quel est le volume du corps solide ?

REMARQUE 3. — De ce qui précède, il résulte que la densité ou poids spécifique est le poids de l'unité de volume.

Dire par exemple que la densité ou poids spécifique du fer est $7,7 \text{ g/cm}^3$ signifie que 1 cm^3 de fer pèse 7,7 grammes.

Vous avez déjà fait de nombreux problèmes d'arithmétique sur les densités, ce qui vous a permis de voir que leur connaissance est d'une grande utilité, notamment pour calculer le poids d'un objet connaissant son volume, ou inversement.

III. — RÉSUMÉ

1. Les balances et bascules sont surtout utilisées pour mesurer les poids des marchandises lors des transactions commerciales.

2. Des mesures de poids, on peut déduire les mesures d'autres grandeurs, notamment des :

- mesures de longueurs : (rouleau de fil de fer)
- de surfaces : (surfaces de formes compliquées)
- de capacités : (augeage de récipients, graduation d'éprouvettes)
- de volumes : (corps solides de formes irrégulières).

3. La balance permet de mesurer la densité ou poids spécifique d'une matière donnée : on pèse un échantillon de cette substance, on mesure son volume et l'on fait le quotient des nombres obtenus.

La densité ou poids spécifique d'une substance est le poids de l'unité de volume de cette substance.

La densité de l'eau est 1 kg/dm^3 ou 1 g/cm^3 , celle du fer $7,7 \text{ kg/dm}^3$ ou $7,7 \text{ g/cm}^3$, etc.

1. Ces règles ont été établies par l'Association française de normalisation et doivent être appliquées dans toutes les Écoles,

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

I. Questions. — 1. Quelle est la principale application des balances et bascules ?

2. Comment peut-on mesurer la longueur d'un rouleau ou d'une bobine d'un fil métallique à l'aide d'une balance ?

3. Comment pourriez-vous faire pour comparer la superficie de la France à celle d'un autre pays ? Vous avez en main des cartes suffisamment grandes : ces cartes, une balance sensible, du carton d'épaisseur uniforme, etc.

4. Comment juge-t-on un flacon en opérant par pesées ? Comment peut-on grader une éprouvette ?

5. Comment mesure-t-on le volume d'un corps solide de forme quelconque et de dimensions suffisamment petites ?

6. Qu'est-ce que le poids spécifique ou densité d'un solide, d'un liquide ? Comment trouveriez-vous le poids spécifique d'une pierre calcaire ?

7. Comment forme-t-on les noms et les symboles des unités de poids spécifiques ou densités ?

II. Exercices d'application. — 1. Mesurez les poids spécifiques des substances les plus communes : fer, aluminium, cuivre, plomb, pierre calcaire, verre, porcelaine, bois de chêne sec... huile, lait, eau-de-vie, pétrole.

2. Vérifiez les formules apprises en géométrie. Dans un carton épais, mais partout de même épaisseur et bien plat, découpez :

a) un carré de 1 dm de côté ;

b) un rectangle de a dm de largeur, b dm de longueur. Mesurez sa surface S. à l'aide d'une balance et vérifiez que :

$$\frac{S}{dm^2} = \frac{a}{dm} \times \frac{b}{dm}$$

c) un cercle de R dm de rayon. Mesurez sa surface S avec la balance et vérifiez que :

$$\frac{S}{dm^2} = 3,14 \times R^2$$

4^e LEÇON

LE FIL A PLOMB — LA VERTICALE

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Faites un fil à plomb en attachant un corps lourd (une pierre par exemple) à une ficelle fine (fig. 1).
2. Suspendez la ficelle à un point fixe (un clou, une branche d'arbre, etc.) : elle *oscille* puis s'arrête. Faites-la osciller à nouveau ; quand elle s'arrête, le fil a-t-il chaque fois exactement la même position ? Comment pourriez-vous le vérifier ? Comment s'appelle alors sa direction ? Observez-la et décrivez-la.
3. Deux fils à plomb voisins sont *en équilibre*, c'est-à-dire *immobiles*.
 - a) Sont-ils plus écartés en haut qu'en bas ? Vérifiez-le.
 - b) Fermez un œil ; vissez l'un des fils avec l'autre : pouvez-vous vous placer de façon que l'un des fils masque l'autre sur toute sa longueur ? Ces deux expériences prouvent que des fils à plomb immobiles sont
- parallelles, c'est-à-dire ont exactement la même direction : direction verticale.
4. Laissez tomber une petite pierre tout près d'un long fil à plomb en équilibre. Recommennez avec tout autre corps lourd. Quelle est donc la direction d'un corps qui tombe *sans être lancé* ?
5. Posez le bout d'un crayon neuf sur la table. A quelle condition le crayon se tient-il debout ? A quelle condition un mur peut-il rester debout ?
6. S'il y a dans la classe une armoire dont les portes fonctionnent bien, constatez avec un fil à plomb que leurs arêtes sont verticales. Faites-la pencher en avant, en arrière, ou sur un côté (en glissant des cales sous les pieds) : les portes fonctionnent-elles encore bien ? Concluez.

II. — LEÇON

Le maçon qui construit un mur, le menuisier qui pose une fenêtre, une porte, le charpentier qui dresse un poteau... se servent à chaque instant d'un fil à plomb pour contrôler leur travail. Vous aurez vous-même à utiliser un fil à plomb pour les travaux d'entretien de votre maison ; apprenez donc à vous en servir.

A. — *Les propriétés du fil à plomb.*

1. Qu'est-ce qu'un fil à plomb ?

C'est une ficelle, fine pour être très souple, à laquelle est attaché un corps lourd : une pierre, un morceau de fer... Il faut qu'il soit lourd

pour bien tendre la ficelle quand il lui est suspendu ; c'est pourquoi on l'appelle le plomb (fig. 1).



Fig. 1. — Un corps lourd (ou plomb) suspendu à une ficelle : voilà un fil à plomb.

Le maçon utilise un plomb en fer, de forme tronconique, percé suivant l'axe d'un petit trou pour laisser passer la ficelle. Le plomb est accompagné d'un chas, plaque de fer carré dont le côté est juste égal au plus grand diamètre du trou de coupe (fig. 2).

Les menuisiers ont des plombs en laiton très terminés par un cône, dont la pointe est juste sur le prolongement du fil quand l'appareil est suspendu (fig. 3).

2. Le fil à plomb donne la direction verticale.

Expérience 1. — Attachez la ficelle à un point fixe, un clou piqué dans le bord d'une table par exemple. Le plomb, suspendu en l'air, se balance d'abord ; il oscille. Puis il finit par s'arrêter. On dit alors que le fil à plomb est en équilibre.

Expérience 2. — Repérez avec précision la position d'un fil à plomb en équilibre. Le plus commode est d'utiliser ici un fil

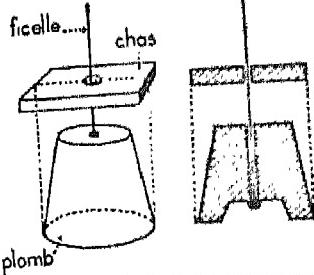


Fig. 2. — Le fil à plomb du maçon.
Le plomb, à une forme tronconique ; il est accompagné d'un chas, plaque carrée percée d'un trou en son centre.

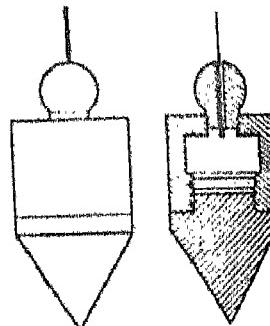


Fig. 3. — Le fil à plomb du menuisier.
Le plomb est à cone en bas par une partie conique dont la pointe est sur le prolongement de la ficelle.

à plomb terminé par une pointe : lorsqu'il est immobile, mettez sous sa pointe et juste en face une épingle piquée dans un bouton (fig. 4).

1. N'oubliez pas que le mot *avertissement* signifie simplement : immobilité.

Ecartez-le ensuite de cette position. Si vous l'abandonnez à lui-même, il reprend exactement la même position d'équilibre que tout à l'heure.

Ainsi, un fil à plomb en équilibre prend toujours la même direction : c'est, par définition, la direction verticale.

Observez-la bien pour *l'avoir dans l'œil* : elle monte droit vers le haut, sans pencher ni d'un côté, ni de l'autre.

3. Toutes les verticales d'un même lieu¹ ont même direction.

Expérience. — Disposez deux fils à plomb à quelque distance l'un de l'autre : par exemple 50 centimètres.

Constatez que, lorsqu'ils sont équilibré :

a) Ils sont dans le même plan : l'un d'eux masque complètement l'autre quand on se place convenablement et qu'on vise avec un œil (l'autre étant fermé) (fig. 5).

b) Ils sont également écartés : en haut, en bas, au milieu... (fig. 6).

Ces deux constatations prouvent que des fils à plomb voisins sont parallèles, c'est-à-dire ont même direction.

Est-ce parallélisme des verticales qui flatte l'œil dans les monuments, les immeubles d'une même ville. La forte impression que nous ressentons en entrant dans certaines cathédrales n'est-elle pas due, en partie, à cette multiplicité de nervures verticales qui, sur les piliers, s'élancent toutes parallèlement à grande hauteur vers le ciel (fig. 7) ?

4. Un corps lourd, en chute libre, tombe verticalement.

Un corps tombe en chute libre quand on le lâche dans l'espace sans le lancer.

1. Ici, par *même lieu*, il faut entendre : *la même ville* par exemple. Car des fils à plomb situés à grande distance l'un de l'autre ne sont pas parallèles.

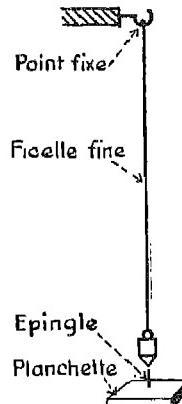


Fig. 4. — La pointe du plomb s'arrête toujours juste au-dessus de la pointe de l'épingle.

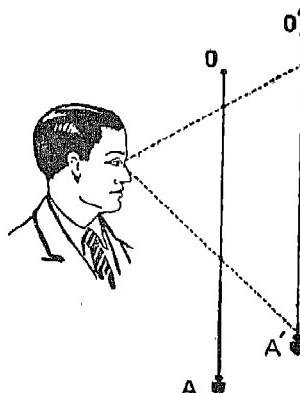


Fig. 5. — Deux fils à plomb en équilibre sont dans le même plan.

Expériences. — 1^o Lancez une pierre en l'air : elle tombe en décrivant une ligne courbe ; elle part dans la direction où elle est lancée, puis va descendant de plus en plus vite vers le sol. C'est son poids qui la tire constamment vers le bas.

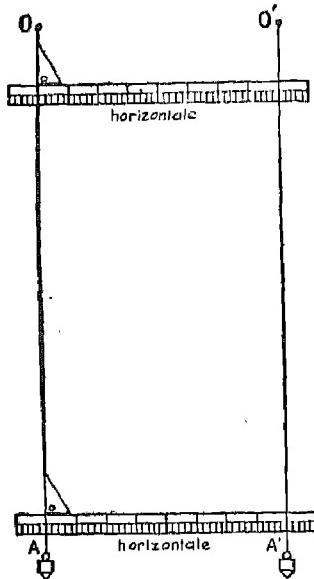


Fig. 6. — Deux fils à plomb en équilibre sont partout, en haut, en bas... à égale distance l'un de l'autre : ils sont parallèles.



Fig. 7. — Intérieur de la cathédrale de Paris. Toutes ces lignes verticales qui s'élancent vers le ciel ne produisent-elles pas un effet impressionnant ?

2^o Lâchez maintenant une pierre sans la lancer (fig. 8) tout près d'un fil à plomb. Elle en suit la direction, sans s'en éloigner, ni s'en rapprocher. *Elle tombe verticalement.*

Il résulte de là que l'on peut dire : **la verticale est la direction suivie par un corps lourd qui tombe en chute libre.**

REMARQUE. — Si les corps légers tombent lentement en zigzaguant, c'est que l'air oppose une résistance à leur chute, résistance due à ce que le corps doit écarter l'air pour passer. Négligeable quand le corps est lourd, et sa vitesse assez faible, cette résistance est grande vis-à-vis du poids d'un objet léger, surtout s'il a une grande surface comme une feuille de papier, une plume d'oiseau.

Dans un tube où l'on a enlevé l'air à l'aide d'une machine pneumatique, tous les corps tombent verticalement avec la même vitesse (fig. 9).

B. — Applications de la verticale.

1. Il faut qu'un mur soit vertical pour être solide.

a) Observations. — Observez un maçon qui construit un mur : il a soin de bourrer de mortier les intervalles des moellons. Le mortier s'écoule aux pierres, durcit et les lie si bien les unes aux autres que le démolisseur qui voudrait abattre ce mur devrait frapper à grands coups de pic. Un mur bien fait forme un seul bloc, un seul solide.

Pour qu'il ne puisse tomber, ni à droite, ni à gauche, il faut qu'il soit vertical. C'est pour qu'il en soit ainsi que le maçon utilise son fil à plomb, chaque fois qu'il pose une grosse pierre :

b) Expérience. — Tenez horizontal le chas d'un fil à plomb de maçon, un côté appliqué contre un mur. Puis, faites glisser lentement la ficelle dans le chas ; le plomb descend ou remonte ; constatez que, dans toute sa course, son bord inférieur frôle juste la surface du mur (fig. 10) : ce qui prouve que cette face est verticale.

Le maçon opère de même : si le plomb frotte contre la partie du mur déjà faite, ou s'il s'en écarte (fig. 11), il rectifie la position de la pierre.

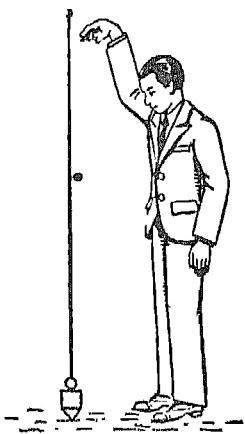


Fig. 8. — La pierre tombe sans se rapprocher ni s'éloigner du fil à plomb : sa chute est verticale.

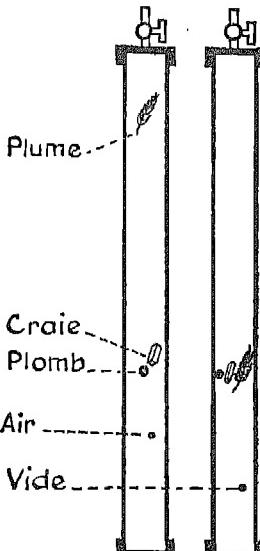


Fig. 9. — Dans un tube de verre, long et large, où l'on a fait le vide, on voit tous les corps tomber verticalement avec la même vitesse.

2. Il faut que les portes, les fenêtres soient verticales.

Si non, elles fonctionnent mal ; elles s'ouvrent toutes seules ou se ferment sans qu'on les pousse : vous pouvez vous en assurer en faisant pencher légèrement une armoire en avant ou en arrière.

C'est avec un fil à plomb que le menuisier s'assure que la porte est verticale (fig. 12). Il se place comme l'indique la figure, et vérifie, en visant avec un œil, que le *fil à plomb masque* l'une des arêtes de la porte sur toute sa longueur.

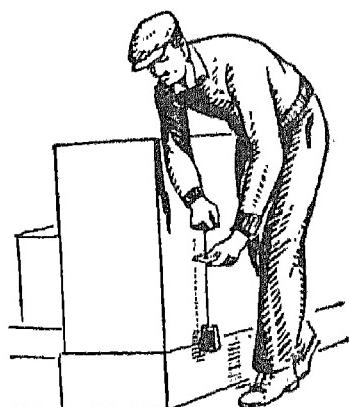


Fig. 10. — Le maçon vérifie avec son fil à plomb si la pierre de taille est bien placée.

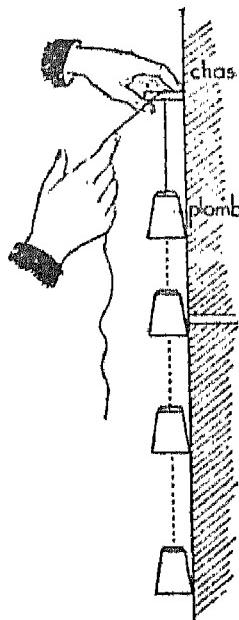


Fig. 11. — Le maçon fait glisser la ficelle dans le trou du châssis tenu horizontalement contre le mur : le plomb doit frôler partout la surface du mur.

Puis il recommence la même opération, mais *après avoir changé de place*. Si le fil masque encore l'arête sur toute sa longueur, cette arête est verticale et la porte est bien posée.

Pourquoi ces deux visées ? Vous vous en rendez compte facilement en piquant en terre un bâton rectiligne et opérant comme le menuisier.

III. — RÉSUMÉ

1. Un *fil à plomb* est une ficelle fine à laquelle est attachée un corps lourd.

2. Un fil à plomb en équilibre, c'est-à-dire immobile, a toujours la même direction : *direction verticale*.

3. Toutes les verticales voisines ont la même direction : elles sont parallèles.

4. En chute libre, c'est-à-dire lâché dans l'espace sans être lancé, un corps lourd tombe verticalement.

5. Les maçons et les menuisiers se servent du fil à plomb, parce que les murs, pour être solides, doivent être verticaux; parce que les portes et fenêtres, pour bien fonctionner, doivent être verticales.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

I. Questions. — 1. Comment peut-on faire très simplement un fil à plomb ? Combien de verticales peut-on faire passer par un point de l'espace ?

2. Décrivez le fil à plomb du maçon. Justifiez la forme du plomb, du chas, de l'attache du plomb au fil. Comment le maçon vérifie-t-il que le mur qu'il construit est vertical ?

3. Pourquoi une porte doit-elle être verticale ? Comment le menuisier s'assure-t-il que la porte qu'il vient de mettre en place est verticale ?

4. Peut-on vérifier, sans fil à plomb, qu'un mur est vertical ? On construit des murs dont la paroi extérieure n'est pas verticale : dans quels cas ?

5. Comment pourriez-vous vérifier qu'un point A du plancher est sur la verticale d'un point B du plafond : 1^o avec un fil à plomb ; 2^o sans fil à plomb.

II. Exercices. — 1. Plantez en terre un long piquet bien droit. Rendez-le vertical en procédant comme le menuisier.

Vérifiez ensuite en procédant comme le maçon. Quel est le procédé le plus commode et le plus rapide ?



Fig. 12. — Le menuisier s'assure que la porte qu'il vient de poser est verticale.

42^e LEÇON

L'HORIZONTALITÉ — LE NIVELLEMENT

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Montrez dans la classe des lignes droites verticales et rappelez comment on vérifie qu'une droite est verticale.
2. Montrez des droites horizontales. Quel angle une horizontale fait-elle avec une verticale ? Vérifiez avec un fil à plomb et une équerre.
Montrez des surfaces horizontales. Comment peut-on reconnaître qu'une surface plane (c'est-à-dire *un plan*) est horizontale ? Connaissez-vous des surfaces parfaitement planes ?
3. Rappelez la définition d'un triangle isocèle. Quel angle la hauteur issue du sommet fait-elle avec la base ? Si la hauteur est verticale, comment donc est la base ?
4. Niveau de maçon. Décrivez-le. Lorsque les pieds reposent sur une ligne droite et que le fil à plomb est en face du repère sur la traverse, la droite est horizontale. Pourquoi ? Vérifiez avec cet instrument l'horizontalité de la surface de la table, du sol de la classe... etc.
5. Niveau à bulle d'air. Quelles en sont les pièces essentielles ? (tube en verre légèrement courbe, liquide, bulle d'air, socle à base plane). S'il est bien construit, la base du socle est horizontale lorsque la bulle est entre ses repères. Vérifiez avec ce niveau l'horizontalité d'une droite, d'une surface.
6. Rappelez la propriété essentielle des vases communicants.

II. — LEÇON

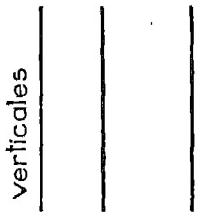


Fig. 1. — Une verticale monte droit vers le haut sans pencher ni à droite, ni à gauche. Une horizontale reste partout à la même hauteur sur toute sa longueur.

Vous avez vu dans la précédente leçon qu'il existe dans nos constructions, nos meubles... de nombreuses lignes droites verticales : elles montent droit vers le ciel, sans pencher d'un côté ni de l'autre (fig. 1).

Mais nous voyons aussi quantités de lignes droites qui ne montent pas, qui ne s'inclinent ni vers le haut ni vers le bas, qui restent donc à la même hauteur : ce sont des droites horizontales ou, simplement, des horizontales.

Et de même qu'il existe des plans verticaux, comme les murs de nos maisons, il y a des plans horizontaux, comme les parquets, les plafonds de nos chambres.

Vous savez vérifier la verticalité des lignes,

des surfaces planes. Vous apprendrez aujourd'hui à contrôler l'horizontalité des droites et des plans; et d'abord à définir avec précision ce qu'on entend par horizontale.

A. — L'horizontalité.

1. Une droite est horizontale quand elle fait un angle droit avec une verticale.

Expérience. — Près du bord A B de la table, disposez un fil à plomb C D, et, avec une équerre, voyez si A B fait un angle droit avec C D.

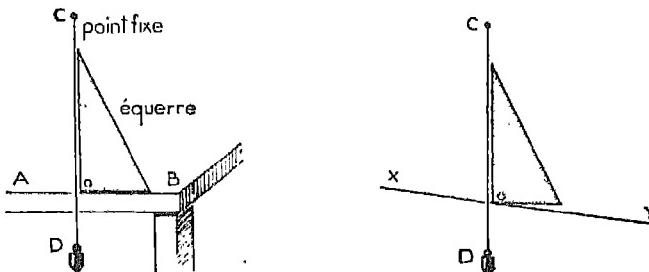


Fig. 2. — La droite A B est horizontale parce qu'elle fait un angle droit avec la verticale C D.

Fig. 3. — La droite X Y n'est pas horizontale; pourquoi?

S'il en est ainsi, la droite A B est horizontale. On dit aussi qu'elle est d'équerre avec le fil à plomb (fig. 2).

Si l'angle de A B avec C D n'est pas droit, la droite A B n'est pas d'équerre avec le fil à plomb, elle n'est pas horizontale. C'est le cas de la droite X Y (fig. 3).

2. Une surface plane est horizontale quand elle fait de tous côtés un angle droit avec une verticale.

Expérience 1. — Voici une planche à dessin bien plane (fig. 4). Elle a été percée d'un trou, pour laisser passer un fil à plomb,

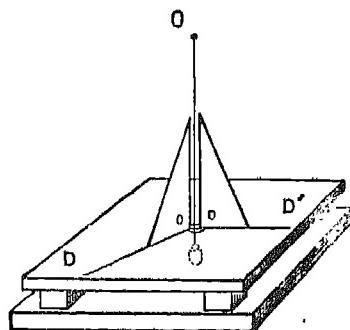


Fig. 4. — La planche supérieure est horizontale parce que les deux droites D et D', tracées sur cette planche sont toutes deux horizontales.

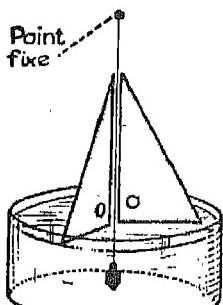


Fig. 5. — La surface libre d'un liquide en repos est plane et horizontale.

Constatez qu'il est possible de la caler de façon que deux droites D et D' , tracées sur sa surface, soient horizontales. Vérifiez ensuite que, de tous côtés, cette surface fait un angle droit avec la verticale ; de tous côtés, elle est d'équerre avec le fil à plomb : elle est horizontale.

Remarques. — Il vous a été prouvé l'an passé que :

1^o La surface libre¹ d'un liquide immobile est plane et horizontale (fig. 5).

2^o Lorsque des vases communicants contiennent le même liquide, les surfaces libres de ce liquide, dans tous les vases, sont au même niveau c'est-à-dire dans le même plan horizontal (fig. 6).

B. — *Le nivelllement.*

1. Niveler, c'est rendre horizontal.

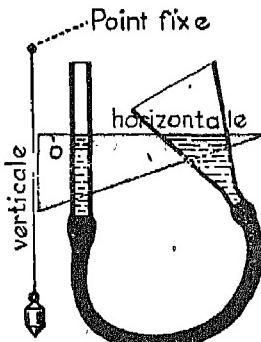


Fig. 6. — Les surfaces libres d'un même liquide, contenu dans des vases communicants, sont au même niveau.

On dit aussi que c'est mettre de niveau.
Par exemple, on nivelle un terrain de jeux. Les sols de nos maisons, parquets, carrelages sont soigneusement mis de niveau : s'ils n'étaient pas horizontaux, les meubles n'y reposeraient pas solidement ; nos tables ne seraient pas bien horizontales et nous en serions incommodés.

Ces quelques exemples vous montrent l'importance pour les artisans de savoir vérifier avec précision l'horizontalité des lignes et des plans. Ils utilisent à cet effet des instruments appelés niveaux, d'emploi plus commode que le fil à plomb et l'équerre, dont nous nous sommes servis jusqu'à maintenant.

2. Le niveau à fil à plomb ou niveau de maçon.

Description. — C'est un bâti en bois en forme de triangle isocèle

1. La surface libre d'un liquide est la surface en contact avec l'air.

(fig. 7 et 8). Les côtés sont assemblés par une traverse parallèle à la base. Un petit fil à plomb est suspendu près du sommet, en un point situé sur

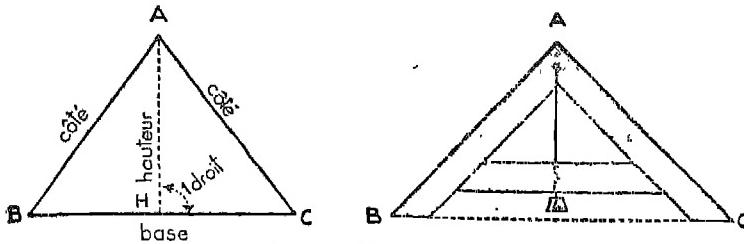


Fig. 7. — Triangle isocèle.

Rappelez sa définition et les propriétés de la hauteur. Si la hauteur est verticale comment est la base ?

Fig. 8. — Niveau de maçon.

Il a la forme d'un triangle isocèle A B C. La direction de la hauteur est repérée par un trait sur la traverse. Le petit fil à plomb permet de voir si la hauteur est verticale.

la hauteur du triangle isocèle. Un trait sur la traverse repère la direction de cette hauteur.

Expériences. — 1. Posez les pieds du niveau sur une droite, le bord de la table par exemple ; et disposez l'appareil de façon que le fil à plomb puisse osciller librement, en frôlant la traverse. Observez la position du fil quand il est immobile, c'est-à-dire en équilibre.

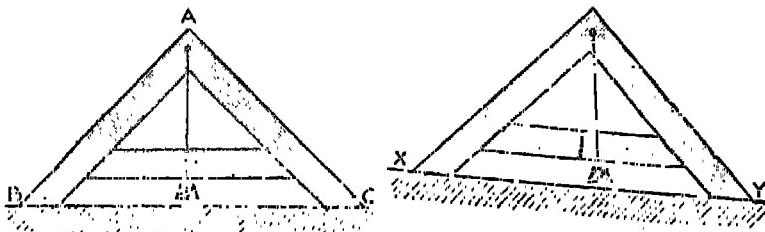


Fig. 9 et 10. — Vérification de l'horizontalité d'une droite à l'aide d'un niveau de maçon.
La droite B C est horizontale. Pourquoi ?
La droite X Y n'est pas horizontale. Pourquoi ?

a) Si il est alors en face du repère (fig. 9), la droite est horizontale, car la hauteur du triangle isocèle est verticale et par suite sa base est horizontale.

b) Si le fil n'est pas en face du repère (fig. 10), la droite n'est pas horizontale ; elle penche vers la droite si le fil est à droite du repère.

Usage. — 1^o Pour vérifier si une droite est horizontale, on procède comme il vient d'être dit.

2^o Pour vérifier si un plan est horizontal, le dessus d'un mur par exemple, on vérifie l'horizontalité dans deux directions différentes : par exemple dans la direction parallèle à la longueur, puis dans la direction de la largeur.

Le niveau à fil à plomb est si simple que chacun peut le construire. Mais il est encombrant ; aussi n'est-il plus guère employé. Les artisans lui préfèrent le niveau à bulle d'air.

3. Le niveau à bulle d'air.



Fig. 11. — Niveau à bulle d'air
Cette figure montre surtout la garniture métallique, laquelle présente, à sa partie supérieure, une fente qui laisse voir le tube en verre et ses traits de repère.

les bouts du tube contre les chocs. Elle-même est fixée sur une petite plaque métallique dont la base est plane.

L'appareil est construit de telle façon que cette base est horizontale quand la bulle est exactement entre deux traits de repère tracés sur le tube.

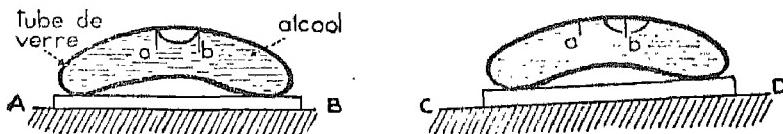


Fig. 12 et 13. — Vérification de l'horizontalité d'une droite à l'aide d'un niveau à bulle d'air.

La droite A B est horizontale, la droite C D ne l'est pas. Pourquoi ?

Expériences. — Posez le niveau sur le bord de la table et observez la position de la bulle. Est-elle juste entre les traits de repère ? le bord est horizontal (fig. 12). Retournez alors le niveau bout pour bout ; la bulle se place de nouveau entre les repères².

1. Certains liquides, comme l'huile coulent lentement : ils sont visqueux. D'autres au contraire, coulent bien ; on dit qu'ils sont mobiles : l'eau, l'alcool.

2. Si elle ne s'y plaçait pas, le niveau serait déréglé.

Usage. — 1^o Pour vérifier si une droite est horizontale procédez comme il vient d'être dit.

2. Pour vérifier si un plan est horizontal, vérifiez l'horizontalité dans deux directions différentes, comme avec le niveau de maçon.

4. Le niveau d'atelier ou niveau à caoutchouc.

Description. — Deux fioles identiques, en verre, portent chacune une bulle à leur partie inférieure. Un long tube en caoutchouc (plusieurs mètres de longueur) relie ces deux tubes (fig. 14).

Expériences. — Posez les deux fioles sur la droite dont vous voulez vérifier l'horizontalité — aussi loin que possible l'une de l'autre — par exemple, sur une plinthe de la salle de classe, ou sur un arbre de transmission d'un atelier. La droite est horizontale si l'eau, une fois en repos, est à la même hauteur dans les deux fioles.

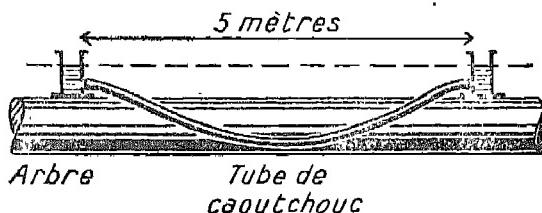


Fig. 14. — Niveau d'eau d'atelier.
Le nivelingement d'un arbre de transmission par exemple est commode à l'aide de ce niveau.

5. Nivellement d'un terrain : niveau d'eau d'arpenteur.

Lorsque la surface à niveler est grande, un terrain de jeux par exemple, on utilise un *niveau d'arpenteur* (fig. 15).

Il se compose aussi de deux fioles en verre, communiquant à l'aide d'un tube métallique d'environ 1 mètre de longueur. Un trépied porte ce tube et permet de le maintenir à peu près horizontal ; les fioles sont alors verticales.

Fioles et tubes contiennent de l'eau colorée (pour être plus visible). Les surfaces libres dans les fioles se mettent au même niveau ; en les visant, la ligne de visée est horizontale.

Une mire, qui peut glisser le long d'une

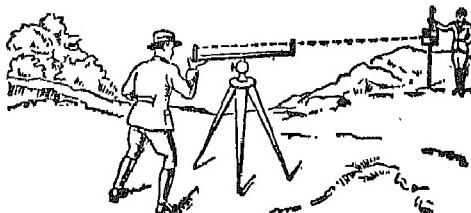


Fig. 15. — Niveau d'eau d'arpenteur.
Il permet au géomètre de déterminer une ligne de visée horizontale.

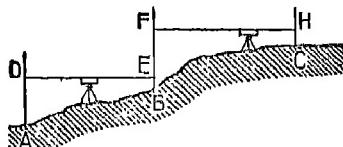


Fig. 16. — Expliquez, d'après ce schéma, comment on mesure la différence de niveau de deux points éloignés sur un terrain (points A et C).

règle verticale graduée en centimètres, permet de mesurer la distance verticale d'un point à la ligne de visée.

Exemple : on a lu sur la règle de la mire les hauteurs suivantes (fig. 16) :

$$A D = 1,52 \text{ m.} \quad B E = 0,35 \text{ m.}$$

$$B F = 1,78 \text{ m.} \quad C H = 0,54 \text{ m.}$$

Quelles sont les différences de niveau entre les points A et B, B et C, A et D ?

III. — RÉSUMÉ

1. Une droite est horizontale quand elle fait un angle droit avec une verticale. On dit aussi qu'elle est d'équerre avec la verticale.

Un plan est horizontal quand il fait, de tous côtés, un angle droit avec la verticale.

2. Niveler, c'est rendre horizontal ; on dit encore que c'est mettre de niveau. Pour la solidité de nos constructions et pour notre confort, il faut mettre de niveau nos parquets, nos tables, etc.

Les niveaux sont les instruments qui servent à vérifier l'horizontalité des lignes et des plans.

3. Le niveau de maçon a la forme d'un triangle isocèle. Un petit fil à plomb sert à vérifier si la hauteur de ce triangle est verticale, la base est alors horizontale.

4. Le niveau à bulle d'air est plus commode et plus utilisé que le précédent. Lorsque la bulle est entre les deux repères tracés sur le tube de verre, la droite sur laquelle repose le niveau est horizontale.

5. Le niveau d'eau d'atelier et le niveau d'eau d'arpenteur sont des applications des vases communicants.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

I. Questions. — 1. Quand dit-on qu'une droite est horizontale, qu'un plan est horizontal ?

2. Que savez-vous sur la surface libre d'un liquide immobile ? sur les surfaces libres d'un même liquide dans des vases communicants ?

3. Décrivez le niveau de maçon. Expliquez son emploi, et justifiez-le.

4. Décrivez un niveau à bulle d'air. Comment s'en sert-on ?

Un niveau à bulle d'air repose sur un plan et la bulle est exactement entre ses repères. On le retourne bout pour bout, exactement. Si la bulle se place de nouveau entre les repères, qu'est-ce que cela prouve ? Si elle ne se place plus entre ses repères, que pouvez-vous en conclure ?

5. Décrivez un niveau d'eau reposant sur la propriété de vases communicants, et expliquez comment on s'en sert.

II. Exercices. — 1. Toutes les verticales d'un lieu sont parallèles. Et les horizontales ?

2. Par un point de l'espace, combien passe-t-il de verticales, d'horizontales ?

3. Construisez un niveau de maçon à l'atelier et utilisez-le pour rendre horizontale la surface d'une table. (préparez des cales en forme de coins aigus).

4. Imaginez un perfectionnement du niveau à bulle qui permettrait de vérifier la verticalité d'une droite.

5. Mesurez la différence d'altitude de deux points d'un terrain en pente à l'aide d'un niveau d'eau d'arpenteur.

6. Pourquoi le niveau d'arpenteur a-t-il un tube si long ? Justifiez votre affirmation par un schéma ?

7. La distance de deux mires placées sur une route est de 80 mètres. A l'aide d'un niveau d'arpenteur on les règle de façon que leurs centres soient au même niveau : l'une est alors de 1,80 mètres et l'autre à 0,20 mètres au dessus du sol de la route. Quelle est la pente de la route, c'est-à-dire la hauteur dont elle s'élève sur une distance de 100 mètres ?

8. Disposez une planche à dessin de façon qu'elle soit inclinée comme un toit en pente. Lâchez une bille, sans la lancer, près du faîte ; elle descend le plan en roulant suivant une ligne droite, toujours la même si vous l'abandonnez au même point : c'est une ligne de plus grande pente du plan.

a) Tracez plusieurs lignes de plus grande pente et plusieurs horizontales. Quel angle ces lignes font-elles entre-elles ?

b) Quelles sont les pièces d'une charpente (page 187, fig. 3) qui sont disposées horizontalement ? disposées suivant des lignes de plus grande pente ?

Comment sont disposées les bords d'une tuile ?

c) Pourquoi les lignes de plus grande pente sont elles ainsi appelées ? Quelle est la pente d'une horizontale ? d'une droite du plan qui n'est ni horizontale, ni de plus grande pente ?

43^e LEÇON

LA MESURE DES LONGUEURS MÈTRES — CHAÎNE D'ARPENTEUR

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Faites la liste des instruments utilisés pour la mesure des longueurs. Classez-les ensuite en trois groupes : mesure des grandes longueurs (supérieures à 10 mètres), des longueurs moyennes (de quelques centimètres à quelques mètres), des petites longueurs (inférieures à quelques centimètres.)
2. Décrivez votre double-décamètre : sa forme biseautée (pourquoi ?) sa longueur, ses deux graduations, (Millimètres, demi-millimètres).
3. Décrivez un mètre : est-il rigide ou pliant ? Dans ce dernier cas, combien a-t-il de branches ? Comment sont-elles assemblées ? comment sont-elles graduées ? (centimètres, millimètres).
4. Décrivez une chaîne d'arpenteur. Quelle est sa longueur ? Forme et longueur des chainons, des anneaux qui les relient, des poignées des extrémités...
5. Avec un double-décamètre, que chaque élève mesure, sur une carte de sa régionnophie, la distance Brest-Strasbourg, à 1/2 millimètre près par défaut. Notez les résultats, de la classe : sont ils identiques ? Moyenne ?
6. Mesurez avec un mètre pliant à 5 branches une dimension de la salle de classe : largeur ou longueur, au distance de 2 points. Faites recommencer cinq fois la mesure par le même élève. Trouvez-t-il toujours le même nombre de centimètres ? Classez les résultats par ordre de grandeur croissante ; prenez la moyenne. En supposant que cette moyenne soit la longueur exacte, quelle est l'erreur maximum qui a été commise ?

II. — LEÇON

Avez-vous réfléchi à l'importance de la mesure des longueurs ? Prenons quelques exemples.

Pour faire le plan d'une maison, l'architecte a besoin d'avoir celui du terrain. C'est le géomètre qui l'établit après en avoir mesuré les dimensions avec une chaîne d'arpenteur¹.

1. *Arpenter*, c'est mesurer les dimensions d'un terrain pour en établir le plan et en évaluer la surface qui s'exprimait autrefois en *arpents*. L'arpent de Paris valait 34,10 ares.

Au cours de la construction, chaque ouvrier se conforme au plan. Tout y est indiqué : la disposition et les dimensions des murs, portes, fenêtres, escaliers, etc. C'est pourquoi le maçon, le menuisier et tous les ouvriers du bâtiment prennent si fréquemment des mesures : ils ont toujours un mètre à portée de la main.

S'il y a peu de maisons exactement pareilles, il y a des milliers de machines identiques, d'automobiles de même marque et de même puissance par exemple. Un ouvrier métallurgiste exécute souvent des centaines de pièces semblables, pour lesquelles certaines dimensions doivent être réalisées au centième de millimètre près, condition nécessaire pour que la machine fonctionne dans de bonnes conditions d'une part, pour que les pièces soient *interchangeables* d'autre part : l'une d'elles, usée par un long service ou faussée par accident, peut ainsi être remplacée immédiatement sans que la nouvelle subisse de retouche. Pour ces travaux de précision, les mécaniciens mesurent les longueurs avec des pieds à coulisse ou des palmers.

Chaîne d'arpenteur pour la mesure des *grandes longueurs* ; mètres des artisans pour les *longueurs moyennes* ; pieds à coulisse et palmers pour la mesure précise des *petites longueurs*, tels sont les instruments les plus utilisés.

A. — Mesure des grandes longueurs.

1. La chaîne d'arpenteur est un décamètre.

Description. — Elle se compose de 50 chainons rectilignes, en gros fil de fer, se terminant par une boucle circulaire à chaque extrémité. Chacun d'eux est attaché au suivant par un anneau. Deux poignées, une à chaque bout, permettent de tirer fortement sur la chaîne et de

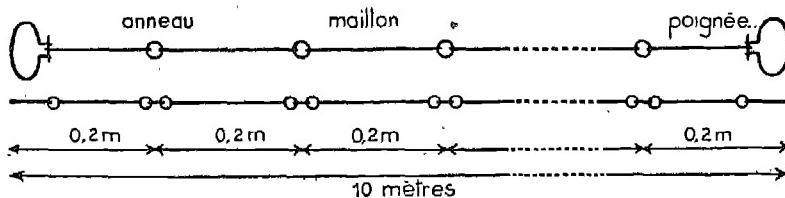


Fig. 1. — Chaîne d'arpenteur. — En haut, vue de face; en bas, vue de profil.

la tenir le suivant une ligne droite. Les centres des anneaux successifs sont alors distants de 20 centimètres (fig. 1).

L'extrémité de chaque mètre est indiquée par un anneau jaune, en laiton ; et une petite fiche de fer est attachée au milieu de la chaîne, soit à 5 mètres de chaque extrémité.

Ainsi faite, la chaîne peut être repliée sur elle-même, elle est alors peu encombrante, donc facile à transporter (fig. 2).

Enfin, elle s'accompagne toujours d'une dizaine de fiches (fig. 2) dont nous verrons l'utilité tout à l'heure.

Usage. — Soit à mesurer sur le terrain la distance de deux points A et B, que nous supposerons au même niveau pour simplifier. L'arpenteur commence par repérer la ligne droite A B en plantant un jalon en A et un en B.

1^e Puis, son aide tendant la chaîne dans la direction A B, il appuie la poignée *contre le jalon A*, et fait aligner le décamètre exactement sur

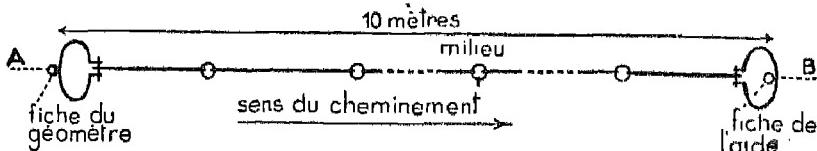


Fig. 3. — Voyez comment le géomètre et son aide placent les fiches lorsque la chaîne est bien tendue sur le terrain suivant la droite à mesurer A B. — Les points A et B sont, en réalité, aux extrémités de la droite à mesurer.

la droite A B. L'aide plante alors une fiche *à l'intérieur et contre sa poignée* (fig. 3).



Fig. 4. — Pour mesurer une très grande longueur A B, le géomètre a soin d'abord, de la jaloumer. Pourquoi ?

nouveau bien tendue sur la droite A B, l'aide enfonce et emporte avec lui la première.

Et ainsi de suite.

2^e Les deux hommes avancent alors de 10 mètres vers B et recommencent la même opération, la première fiche remplaçant le jalon A. La chaîne étant de

3^e Lorsque l'aide atteint le jalon B, il s'y arrête, tend la chaîne entre la dernière fiche posée et ce point B, puis évalue à 1 décimètre près la longueur de cette portion de chaîne, ce qui est rendu facile par les anneaux de laiton et la longueur constante de 20 centimètres entre deux anneaux successifs : soit 3,4 mètres.

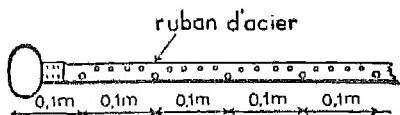
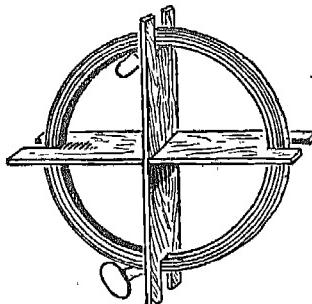


Fig. 5. — Décamètre à ruban d'acier.
A droite, il est enroulé sur un croisillon
en bois, pour faciliter son transport.



Le nombre de fiches ramassées par l'arpenteur donne les dizaines de mètres : soit 9, par exemple. La longueur totale A B est 93,4 mètres.



Fig. 6. — Mètre rigide en bois, utilisé par les marchands d'étoffes.

REMARQUES. — 1. Si la distance A B est très longue, l'arpenteur plante plusieurs jalons entre les extrémités A et B, exactement sur la droite A B, afin de pouvoir mieux contrôler la direction donnée à la chaîne à chaque mesure (fig. 4).

2. Il existe des décamètres à ruban d'acier (fig. 5) qui portent une graduation en décimètres et une autre tous les deux centimètres. Ils permettent des mesures plus précises que la chaîne.

Le ruban d'acier est flexible et peut être enroulé pour le transport.

3. On peut aussi utiliser des

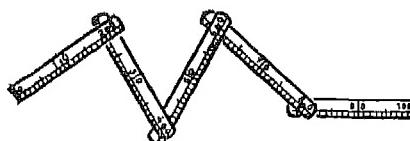


Fig. 7. — Mètre pliant à cinq branches, en bois,
des charpentiers, menuisiers, etc.

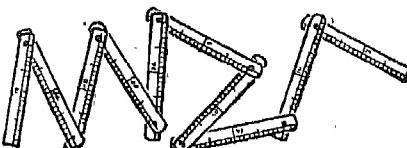


Fig. 8. — Mètre pliant à dix branches, en métal,
des serruriers, forgerons, ajusteurs,

décamètres à ruban d'étoffe gradués en mètres, décimètres et centimètres, qui s'enroulent dans une boîte plate et ronde comme les mètres de la couturière. Mais il s'allongent plus ou moins à l'usage et leur graduation n'est plus exacte. Ils ne conviennent que pour des mesures grossières ; mais ils sont commodes parce que légers et peu encombrants.

B. — Mesure des longueurs moyennes.

2. Les artisans utilisent des mètres de formes diverses.

Ceux des marchands d'étoffe, sont des barres de bois à section carrée, graduées en décimètres et centimètres (fig. 6).

Les maçons, charpentiers, menuisiers, etc... ont des mètres pliants à 5 branches, en bois dur (fig. 7), gradués en centimètres sur les deux faces ; le premier décimètre seul est gradué en millimètres.

Les ouvriers qui travaillent les métaux : forgerons, chaudronniers, serruriers... prennent leurs mesures au millimètre et même au demi-millimètre près ; ils utilisent des mètres pliants à 10 branches, en laiton ou en aluminium, gradués en millimètres sur toute leur longueur (fig. 8).

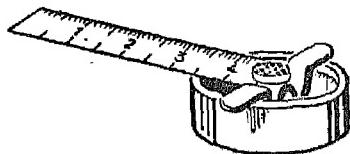


Fig. 9. — Double mètre à ruban d'acier des architectes, métreurs, etc.

Les architectes, métreurs, qui vérifient les travaux exécutés dans la construction des maisons, emportent avec eux un mètre à ruban d'acier, formé d'une lame assez souple pour s'enrouler dans un boîtier comme le mètre de boîte des couturières et assez rigide pour rester droite quand elle est déroulée lorsqu'il s'agit de faire une mesure (fig. 9).

3. Les règles plates graduées.

Ce sont des lames plates d'acier, graduées en millimètres sur un



Fig. 10. — Règle plate, flexible, en acier, graduée en millimètres sur un bord, en demi-millimètres sur l'autre ; très utilisée par les ajusteurs mécaniciens.

bord, en demi-millimètres sur l'autre. Leur longueur est variable : décimètres, doubles-décimètres, demi-mètres (fig. 10)

Elles sont très employées par les ajusteurs-mécaniciens, les dessinateurs et même les écoliers qui les préfèrent au double-décimètre en bois dur.

4. Conclusion.

Chaque travailleur choisit l'instrument de mesure qui lui est le plus commode, tant pour son maniement que pour la précision exigée par son travail.

S'il est soigneux, il mesure :

<i>la longueur d'un terrain.....</i>	<i>à 1 décimètre près</i>
<i>la longueur d'un morceau d'étoffe.....</i>	<i>à 1 centimètre près</i>
<i>les dimensions d'une pièce { en bois</i>	<i>à 1 millimètre près</i>

d'atelier en fer..... à 1/2 millimètre près

III. — RÉSUMÉ

1. La mesure des longueurs est d'une importance capitale dans la vie courante.

2. Les dimensions d'un terrain se mesurent à l'aide d'une chaîne d'arpenteur (c'est un décamètre composé de 50 chainons rectilignes, chacun d'eux étant attaché au suivant par un anneau) ou d'un décamètre à ruban d'acier.

3. La mesure des longueurs moyennes (de quelques centimètres à quelques mètres) s'effectue à l'aide de mètres, rigides ou pliants, ou de règles graduées (en mètres, doubles décimètres, décimètres, en bois ou en métal).

4. A l'aide de ces instruments maniés avec soin, on mesure :

<i>les dimensions d'un terrain</i>	<i>à 1 décimètre près</i>
<i>la longueur d'un morceau d'étoffe</i>	<i>1 centimètre près</i>
<i>les dimensions d'une pièce { en bois</i>	<i>1 millimètre près</i>

d'atelier en métal 1/2 millimètre près

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

I. Questions. — 1. Décrivez la chaîne d'arpenteur. Quelle est la position correcte des anneaux ? Pourquoi faut-il la contrôler, et la rectifier au besoin, lorsqu'on fait une mesure ? Pourquoi l'arpenteur doit-il diriger son aide pour que la chaîne soit tendue aussi exactement que possible sur la droite à mesurer.

2. Décrivez un mètre pliant, à 10 branches. Comment est-il gradué ?

Quelles précautions faut-il prendre pour que la mesure d'une longueur avec cet instrument soit aussi exacte que possible ?

II. Exercices. — 1. Mesurez avec une chaîne d'arpenteur, sur une route droite, les distances de quelques bornes hectométriques : 100 mètres, 200 mètres... 500 mètres. Quelles conclusions tirez-vous de ces expériences ?

2. A l'aide d'une chaîne d'arpenteur, mesurez les dimensions d'un champ rectangulaire. Recommencez plusieurs fois la même mesure, prenez la moyenne ; quelle est l'erreur maximum commise ?

3. Levez le plan de la cour de l'Ecole — (vous la diviserez au besoin en rectangles et triangles) — à une échelle que vous choisirez pour que le plan soit contenu dans un cadre de 12×20 centimètres.

4. Exercez-vous à évaluer des longueurs aussi exactement que possible;

a) à simple vue ; contrôlez votre évaluation par une mesure faite avec un instrument ;

b) au pas ; étalonnez d'abord votre pas en comptant combien vous en faites entre deux bornes hectométriques, lorsque vous marchez à votre allure habituelle.

5. Apprenez à faire de bonnes mesures.

L'expérience enseigne que la mesure d'une même longueur, recommencée à plusieurs reprises par le même opérateur, avec le même instrument, donne chaque fois un résultat un peu différent des autres ; surtout s'il y a lieu de porter plusieurs fois l'instrument bout à bout, comme lorsqu'on mesure la longueur de la salle de classe avec un mètre.

A fortiori, les résultats diffèrent-ils s'il y a plusieurs opérateurs se servant chacun de son propre mètre.

C'est que chaque mesure comporte des causes d'erreurs. Retenez seulement celles qui proviennent :

a) de l'instrument : sa graduation n'est peut-être pas suffisamment exacte (*instrument de médiocre qualité*) ; ou elle est faussee par suite d'un accident (*instrument délabré*).

b) de l'opérateur : plus ou moins soigneux, plus ou moins attentif à son travail.

Lorsque vous mesurez une longueur, prenez donc un instrument en bon état, de bonne qualité, et opérez avec le plus grand soin. Prenez l'habitude de la précision.

44^e LEÇON

LA MESURE DES PETITES LONGUEURS PIED À COULISSE — PALMER

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Serait-il commode de mesurer le diamètre d'un fil métallique ou même d'une tige cylindrique avec les instruments étudiés dans la leçon précédente ?
Décrivez la réglette d'un pied à coulisse (en vous aidant de la figure 1 si vous n'en avez pas). Comment est-elle graduée ?
Décrivez la coulisse. Comment le biseau de la fenêtre rectangulaire est-il gradué : longueur totale de la graduation, nombre de divisions, longueur de chaque division. Cette graduation constitue le vernier.
Lorsque les deux bêcs sont appliqués l'un contre l'autre, où le zéro du vernier est-il placé sur la graduation de la réglette ?
Mesurez le diamètre d'une tige de métal cylindrique.
- a) Sans vous servir du vernier (à 1 mm près par défaut).
b) En utilisant le vernier (mesure à 0,1 mm près).
3. Décrivez une vis à métaux : filets triangulaires ou carrés enroulés en hélice sur une tige cylindrique (noyau de la vis).
Décrivez l'écrou : filets creux à l'intérieur, également enroulés en hélice.
Tenez immobile l'écrou : faites faire 10 tours à la vis. Mesurez de combien elle a avancé, et déduisez la longueur dont elle avance pour 1 tour : c'est le pas de la vis.
4. Décrivez un palmer en vous aidant des figures 8, 9, 10. Mesurez l'épaisseur d'un fil ou d'une plaque à 0,01 de millimètre près.

II. — LEÇON

Dans les ateliers de construction mécanique — construction de moteurs d'automobiles ou d'avions par exemple — certaines pièces métalliques doivent être exécutées au dixième et même au centième de millimètre près. Cette précision est indispensable comme il a été déjà dit, tant pour le bon fonctionnement de la machine que pour l'*interchangeabilité des pièces*. Elle exige l'usage d'instruments de mesure spéciaux dont les plus répandus sont les *pieds à coulisse*, les *palmers* et les *calibres*¹.

1. Les Professeurs des Ecoles dont le matériel scientifique ne comporte pas de pied à coulisse ou de palmer, trouveront sans difficulté à emprunter ces instruments pour leurs leçons annuelles des industriels de la ville.

1. Le pied à coulisse¹, grâce à son vernier, permet de mesurer les petites longueurs à 1/20 de millimètre près.

Description. — Un pied à coulisse se compose d'une réglette plate,

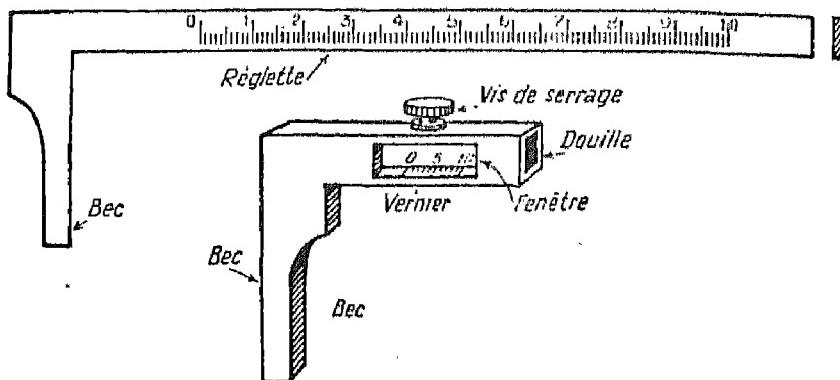


Fig. 1. — Réglette d'un pied à coulisse.
Elle porte un bec à angle droit. Elle est graduée en millimètres.

Fig. 2. — Coulisse du pied à coulisse.
Remarquez la douille, le bec, la vis de serrage, la fenêtre rectangulaire percée dans une paroi de la douille et dont un bord, taillé en losange, porte le vernier.

rige, sur laquelle glisse une coulisse. Chacune de ces pièces porte un bec à angle droit (fig. 1).

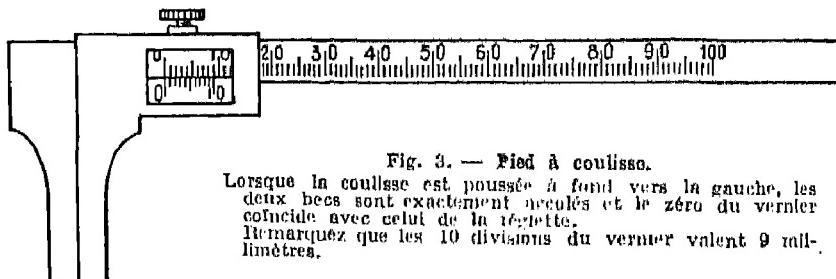


Fig. 3. — Pied à coulisse.
Lorsque la coulisse est poussée à fond vers la gauche, les deux bœufs sont exactement accolés et le zéro du vernier coïncide avec celui de la réglette.
Remarquez que les 10 divisions du vernier valent 9 millimètres.

1. On dit aussi *calibre à coulisse*.

La réglette est graduée en millimètres. La **douille**¹ de la coulisse glisse sur elle à frottement doux ; elle est percée d'une fenêtre rectangulaire, dont un bord taillé en biseau porte 10 divisions égales : c'est le vernier dont les divisions se trouvent juste en face de celles de la réglette (fig. 2 et 3).

Les faces en regard des becs s'appliquent exactement l'une contre l'autre quand on pousse la coulisse à fond vers la gauche (fig. 3). Constatez que dans cette position, les deux zéros coïncident (celui de la réglette et celui du vernier) et que les 10 divisions du vernier valent exactement 9 millimètres.

Usage. — Mesurez, par exemple, le diamètre d'un cylindre. Serrez-le

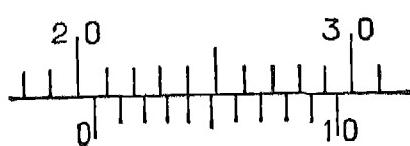
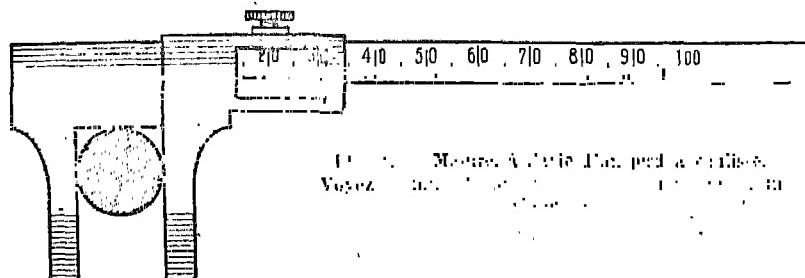


Fig. 5. — Lecture à 1 millimètre près, sans tenir compte du vernier. Voici, très agrandie ce que l'on voit dans la fenêtre, de la coulisse : le zéro du vernier est entre les traits 20 et 21 de la réglette ; le diamètre du cylindre est 20 mm par défaut.

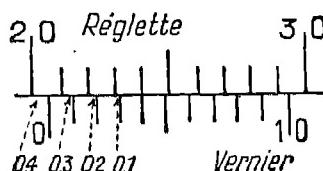


Fig. 6. — Lecture à 1/20 de millimètre près, avec le vernier. Le trait 4 du vernier est en face d'un trait de la réglette. Le diamètre du cylindre est 20,4 millimètres à 1/20 de millimètre près.

entre les deux becs et fixez la coulisse dans cette position en tournant la vis de serrage. Puis, observez le vernier (fig. 4).

a) *Le zéro du vernier se trouve entre les divisions 20 et 21 de la réglette,* (fig. 5) : le diamètre cherché est compris entre 20 et 21 millimètres.

1. *Douille* : terme technique. On désigne ainsi une pièce métallique qui présente une cavité que l'on peut faire glisser sur la partie pleine d'une autre pièce. Cherchez des exemples.

b) Le trait 4 du vernier est en face d'un trait de la réglette : le diamètre est 20,4 millimètres.

Pour le prouver, rappelons que les 10 divisions du vernier valent 9 millimètres ; donc, 1 division du vernier vaut 0,9 millimètre ; par suite, 1 division de la réglette (soit 1 mm) vaut 1 division du vernier plus 0,1 millimètre.

Revenons à notre mesure : la figure 6 représente très agrandies les graduations de la réglette et du vernier dans la partie qui nous intéresse actuellement.

Le trait 4 du vernier est en face d'un trait de la réglette ;

— 3 — à 0,1 mm du trait de la réglette qui le précède ;
— 2 — 0,2 mm du trait de la réglette qui le précède ;
— 1 — 0,3 mm du trait de la réglette qui le précède ;
— 0 — 0,4 mm du trait 20 de la réglette.

Donc, le zéro du vernier est à 20,4 mm du zéro de la réglette. C'est la distance actuelle des deux bêcs, c'est-à-dire le diamètre du cylindre, à 1/20 de millimètre près¹.

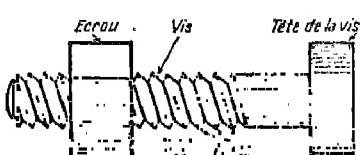


Fig. 7. — Vis et écrou. Une vis est une pièce cylindrique portant des filets enroulés en hélice. L'écrou est une pièce percée d'un trou, portant des filets intérieurs enroulés aussi en hélice ; on peut en le tournant le déplacer sur la vis.

Certains pieds à coulisse de construction un peu spéciale permettent de mesurer la profondeur d'un trou, etc.

2. Le palmer, grâce aux propriétés de la vis, permet la mesure des petites longueurs au 1/100 de millimètre près.

Propriétés de la vis. — Une vis est une tige cylindrique qui porte en relief des filets enroulés en hélice (fig. 7). Elle est toujours accompagnée

REMARQUES. — 1. Avec un pied à coulisse muni d'un vernier au 1/10 de millimètre, on peut mesurer une petite longueur à 1/20 de millimètre près (Exercices, question 7).

On construit des pieds à coulisse munis de vernier au 1/20 de millimètre (19 mm divisés en 20 parties égales : 1 division de la réglette égale 1 division du vernier plus 1/20 de millimètre). Ils permettent de faire des mesures à 1/40 de millimètre près.

2. Le pied à coulisse ordinaire permet de mesurer les dimensions d'un trou. (Exercice 1).

¹ Ce qu'une théorie plus complète du vernier permet de démontrer.

d'un écrou, pièce percée d'un trou cylindrique, dont la surface intérieure est creusée de filets dans lesquels s'engagent ceux de la vis, si bien qu'en le tournant l'écrou se visse sur la vis.

Constatez que si l'écrou est immobile et qu'on tourne la vis, elle avance à mesure qu'elle tourne.

La longueur dont elle avance pour 1 tour s'appelle le pas.

Par exemple, si la vis a un pas de 1 mm, pour 3 tours elle avance (ou recule, selon le sens de la rotation) de 3 mm ; si on tourne de 4,27 tours, elle se déplace de 4,27 mm.

Description d'un palmer. — Il se compose essentiellement d'une vis et d'un écrou au pas de 1 millimètre.

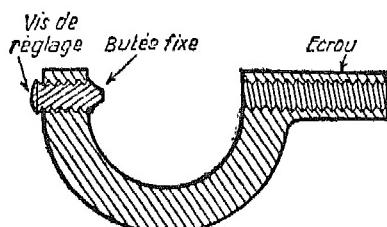


Fig. 8. — Ecrou d'un palmer. Coupe de la pièce en forme de C. Remarquez à gauche, la vis de réglage qui se termine par la butée fixe. La surface extérieure de l'écrou porte une graduation en millimètres.

L'écrou est solidaire d'une pièce en forme de C (fig. 8). Sa surface extérieure est cylindrique ; elle porte le long d'une génératrice¹, une graduation en millimètres : c'est la graduation rectiligne (fig. 11). — L'autre extrémité du C porte aussi un écrou, très court, dans lequel s'engage à frottement dur une vis terminée par une butée tronconique : c'est la butée fixe.

La vis est fixée à l'intérieur d'un fourreau cylindrique qui cache ses filets (fig. 9). Le bord de ce fourreau, taillé en biseau, affleure juste à la surface de l'écrou (fig. 10) (quand la vis est engagée dans l'écrou) ; ce bord biseauté est divisé en 100 parties égales ; c'est la graduation circulaire.

La vis se prolonge par une tige cylindrique terminée par une butée tronconique : c'est la butée mobile.

Quand les deux butées se touchent, les zéros des deux graduations

1. On appelle génératrice d'un cylindre une droite tracée sur sa surface parallèlement à l'axe.

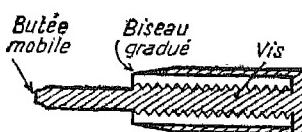


Fig. 9. — Vis d'un palmer. Elle est solidaire d'un tube ou fourreau cylindrique dont le bord libre, taillé en biseau, porte une graduation en 100 parties égales. La vis se prolonge par une partie cylindrique qui se termine par une butée.

(graduation rectiligne et graduation circulaire) coïncident (fig. 10).

Usage. — Soit à mesurer le diamètre d'une tige cylindrique. Serrez-la légèrement entre les deux butées (fig. 11), et lisez :

{ sur la graduation rectiligne en millimètres, le nombre de millimètres visibles : 4
sur la graduation circulaire en 100 parties égales, le nombre de centièmes de millimètres : 20.

Diamètre de la tige : 4,20 millimètres.

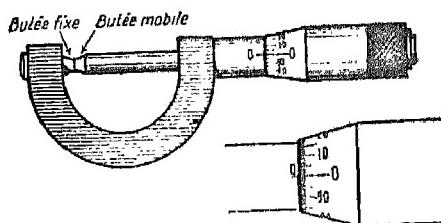


Fig. 10. — Lorsque les deux butées sont en contact, les zéros des deux graduations coïncident.

REMARQUE. — Il est essentiel, pour que les mesures ainsi faites soient exactes, que les zéros des deux graduations coïncident quand les butées sont en contact. C'est pour permettre ce réglage que la butée fixe peut être légèrement déplacée en tournant la petite vis qui se termine par cette butée.

3. Le travail en série : calibres et tampons de vérification.

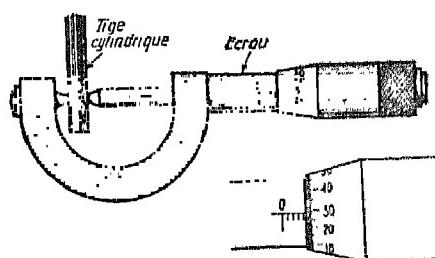


Fig. 11. — L'épaisseur de la tige cylindrique serrée entre les deux butées, est 4,20 millimètres.

sans retouche aucune, une pièce doit pouvoir s'assembler avec les pièces d'autres séries, ou remplacer une pièce de la même série, usée ou détériorée par accident.

Il en serait évidemment ainsi si chaque pièce avait *exactement* les dimensions fixées par le dessin d'exécution.

Mais une telle précision est impossible : il y a toujours un écart entre

Il existe des milliers d'automobiles identiques (même marque, même puissance). Chaque pièce d'une de ces voitures a donc été fabriquée à des milliers d'exemplaires : c'est le travail en série, le plus économique quand il peut être employé !

Toutes les pièces d'une même série doivent être interchangeables ; c'est-à-dire que,

les cotes du dessin et les cotes de la pièce fabriquée ; il est *tolérable* s'il est petit, inférieur à 1 ou 2 centimètres de millimètre par exemple. *Pratiquement*, une pièce est donc interchangeable quand chacune de ses cotes est comprise entre deux limites (une maximum, plus grande que la cote du dessin et une minimum, plus petite), fixées à l'avance, suivant le degré de précision cherché.

La vérification de l'interchangeabilité se fait aisément à l'aide de calibres à tolérance.

La fig. 12 représente un calibre-mâchoire destiné à la vérification des arbres cylindriques de 50 mm de diamètre : Ouverture de la mâchoire inférieure $50 + 0,01$ mm, de la mâchoire supérieure $50 - 0,01$ mm ou 49,99 mm.

Le cylindre doit entrer dans la plus grande ouverture (son diamètre est alors inférieur à 50,01 mm) -- et il ne doit pas entrer dans la plus petite (son diamètre est donc supérieur à 49,99 mm) -- Le diamètre est alors compris entre 49,99 mm et 50,01 mm, donc égale à 50 mm, à moins de 0,01 mm près.

Commode, rapide, sûr, ce contrôle a l'inconvénient d'exiger un calibre pour chaque dimension à vérifier.

Les fig. 13 et 14 donnent les formes de calibres divers.

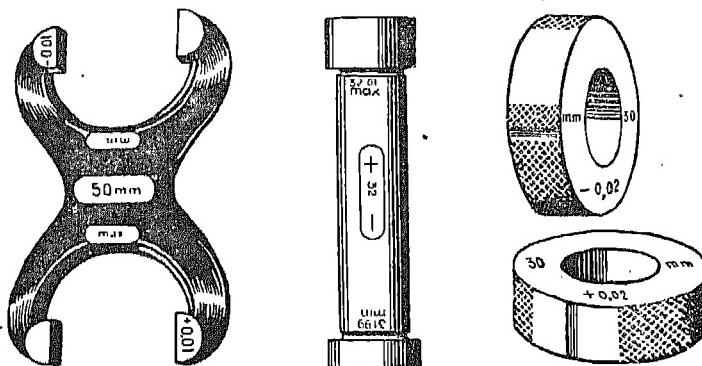


Fig. 12. — Calibre mâchoire à tolérance pour la vérification des arbres cylindriques de diamètre 50 millimètres.

Fig. 13. — Tampon à tolérance pour la vérification des alésages de diamètre 32 millimètres.

Fig. 14. — Bagues à tolérance pour la vérification des pièces cylindriques de diamètre 30 millimètres.

REMARQUE. — Outre les vérificateurs de dimensions comme les calibres, les mécaniciens de précision ont à leur disposition des vérificateurs de forme (pour vérifier les profils définis par les dessins), et des vérificateurs totaux (pour contrôler l'ensemble d'une pièce, notamment les positions des différentes parties les unes par rapport aux autres).

III. — RÉSUMÉ

1. Un pied à coulisse se compose d'une réglette graduée en millimètres, sur laquelle glisse une coulisse. La douille de cette coulisse porte un vernier au dixième, c'est-à-dire une longueur de 9 millimètres divisée en 10 parties égales.

Pour mesurer le diamètre d'un cylindre, l'épaisseur d'une plaque, etc., on la serre entre les deux bêcs de l'instrument ; la position du zéro du vernier donne le nombre de millimètres ; le trait du vernier qui coïncide avec un trait de la réglette donne le nombre de dixièmes de millimètres.

2. Le palmer utilise la propriété du mécanisme vis et écrou : la vis avance quand on la fait tourner dans son écrou. L'avance, pour un tour, est le pas de la vis : 1 mm par exemple.

Un palmer comporte essentiellement un écrou et une vis (pas 1 mm) ; deux graduations permettent de savoir combien la vis a fait de tours entiers et de centièmes de tour. Il permet de mesurer une petite longueur à 1/100 de millimètre près.

3. Dans la mécanique de précision, pour le travail en série, les ajusteurs utilisent des calibres de tolérance, de grandeurs et de formes très variées. Chaque calibre permet le contrôle d'une dimension de pièces fabriquées en grande série.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

I. Questions. — 1. Faites le schéma et décrivez la réglette d'un pied à coulisse.

2. Même question pour la coulisse de l'instrument.

3. Décrivez le vernier au dixième d'un pied à coulisse. Combien vaut 1 division de la graduation ? De combien est elle plus petite qu'une division de la réglette ?

4. Expliquez comment, avec un pied à coulisse, on mesure le diamètre d'un cylindre : 1° à 1 millimètre près par défaut, sans se servir du vernier ; 2° à 1/20 millimètre près, en se servant du vernier.

5. Qu'est-ce qu'un palmer ? Quelle est la propriété du mécanisme vis et écrou qui est appliquée dans un palmer. Décrivez cet instrument.

6. Comment règle-t-on un palmer ? Comment mesure-t-on le diamètre d'un fil métallique avec un palmer ?

7. Le zéro du vernier coïncidant avec le trait 24 de la réglette d'un pied à coulisse :

1° On déplace le vernier, vers la droite, de 0,7 mm exactement. Il y a alors un trait du vernier (lequel ?) qui coïncide avec un trait de la réglette. Quel est alors, exactement, l'écartement des deux bêcs du pied à coulisse ?

2° Le zéro du vernier est ramené au trait 24 de la réglette. Puis, on déplace le vernier, vers la droite, d'une longueur comprise entre 0,7 mm et 0,8 mm (plus voisine de 0,7 mm que de 0,8 mm). Montrer :

a) qu'aucun trait du vernier ne coïncide avec un trait de la réglette ;
b) que les traits 7 et 8 du vernier sont compris entre deux traits consécutifs de la réglette ;

c) que c'est le trait 7 qui est le plus près d'un trait de la réglette ;

d) que l'écartement des deux bêcs est 24,7 mm à moins de 1/20 mm près.

3° En conclure quo dans toute lecture d'un vernier au 1/10 de millimètre, l'écartement des deux bêcs est connu à 1/20 mm près, à condition de prendre le trait du vernier qui se trouve juste en face d'un trait de la réglette, ou *celui qui est le plus près d'un trait de la réglette* (dans le cas où il n'y a pas de coïncidence exacte).

II. Exercices. — 1. Lorsque les deux bêcs d'un pied à coulisse sont accolés (le 0 de la régllette et le 0 du vernier coïncident) l'épaisseur totale des deux bêcs est de 1 cm. Comment peut-on avec un tel pied à coulisse, mesurer le diamètre d'un trou ?

2. Si vous achetez un pied à coulisse, vérifiez qu'il est bien construit et en bon état, notamment que les deux bêcs étant bien accolés, les deux zéros (réglette et vernier) coïncident ; que la coulisse glisse à frottement doux sur la régllette sans jeu latéral, que la graduation est bien régulière : les 10 divisions du vernier doivent toujours être égales à 9 divisions de la règle, quelle que soit la position du zéro du vernier.

3. Pour vérifier une série de 1 000 arbres cylindriques et une série de 1 000 coussinets dans lesquels les arbres doivent tourner, on fait usage :

1^o pour les arbres, d'un calibre-mâchoire ayant comme ouvertures 59,97 mm et 59,99 mm ;

2^o pour les coussinets, d'un calibre-tampon ayant 60,01 et 60,03 mm de diamètre.

Quel est le jeu maximum et le jeu minimum qui peut exister lorsqu'on monte un arbre dans un coussinet, les deux pièces ayant été reconnues bonnes ?

4. Visite à une usine de construction mécanique (automobiles, cycles, armes, machines-outils...) ou aux ateliers d'un Centre d'apprentissage, d'un Collège technique, d'une Ecole nationale professionnelle ou d'une Ecole nationale d'Arts-et-Métiers.

La visite sera consacrée à l'examen des instruments de mesures utilisés dans cet atelier et à leur emploi et donnera lieu à un compte-rendu.

45^e LEÇON

LE TRAÇAGE A L'ATELIER

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Quels sont les instruments dont vous vous servez pour faire :
 - a) le croquis côté d'un objet ;
 - b) la mise au net de ce croquis ?
2. Quels sont les instruments que vous employez à l'atelier du bois :
 - a) pour vérifier qu'un angle est droit ;
 - b) pour tracer une droite perpendiculaire au bord rectiligne d'une pièce ;
- c) pour tracer une droite parallèle à ce bord ?
3. Mêmes questions, pour l'atelier du fer.
4. Comparez le tracé d'un angle droit en classe de dessin, et à l'atelier sur une pièce de bois, sur une pièce de fer à l'ajustage.
5. Même question pour le tracé d'une parallèle à une droite ou à un plan.
6. Qu'est-ce qu'un « bleu d'atelier » ?

II. — LEÇON

Vous avez suffisamment fait de croquis cotés, de dessin industriel et de travaux manuels pour savoir que la fabrication d'un objet quelconque débute par un dessin : croquis à main levée, ou, mieux, dessin soigné exécuté avec les instruments du dessinateur (dessin d'exécution).

Ce dessin permet d'abord la préparation de la matière dans laquelle l'objet sera taillé : morceau de bois débité dans une planche, ou de métal scié dans une barre, ou coulé dans un moule à la fonderie, ou ébauché à la forge ; c'est la matière d'œuvre¹ qui doit être capable de la pièce finie, c'est-à-dire qui doit présenter, par rapport à celle-ci, des surépaisseurs de matière qui seront enlevées à l'usinage, soit avec des outils à main, soit à l'aide de machines-outils.

Le traçage consiste à reporter sur la matière d'œuvre ou la pièce brute les traits qui figurent sur le dessin d'exécution et qui limitent les parties de matière à enlever. L'ensemble de ces traits constitue le tracé.

1. Le traçage à une grande importance.

C'est la première phase de l'exécution. Elle doit être faite avec le plus grand soin, car le tracé est le guide que l'ouvrier suit au cours de

1. Elle prend le nom de pièce brute quand elle a été coulée à la fonderie (pièce de fonte, d'acier, de bronze...) ou quand elle a été forgée.

son travail. S'il comporte une erreur ou s'il n'est pas suffisamment précis, l'objet ne sera pas conforme au dessin : ce sera un rebut.

Chaque artisan sait lire un croquis et exécuter les tracés indispensables pour ses travaux. Mais dans les ateliers importants, où sont fabriquées en grand nombre des pièces de formes compliquées, ce sont des spécialistes, choisis parmi les ouvriers les plus intelligents, qui sont chargés des traçages.

2. Les outils de traçage.

Nous passerons en revue les plus courants. Ce sont :

- a) les instruments de mesure : mètres et règles graduées, rigides ou flexibles. Ils sont indispensables pour reporter sur la matière d'œuvre les cotes lues sur le dessin d'exécution. Nous les avons déjà étudiés.
- b) les outils à tracer, qui servent à marquer les points et à tirer les traits : *crayons, pointes à tracer, pointeaux*.
- c) les guides du tracé : *règles, équerres, trusquins, compas*.

A. — Outils à tracer.

1. Crayons, pointes à tracer, pointeaux.

- a) Le crayon ordinaire à mine de plomb, bien taillé, sert aux tracés sur bois.

Pour les tracés grossiers (débitage des planches et plateaux, tracé des pièces de charpente...), les menuisiers et les charpentiers utilisent de gros crayons, à mine épaisse et robuste.



Fig. 1 et 2. — Pointe à tracer (en haut) et pointeau (en bas).

- b) La pointe à tracer est utilisée pour le traçage sur métaux. C'est une tige d'acier dont les extrémités, terminées en pointes fines, sont trempées très dur, pour rayer la surface métallique sans s'émousser (fig. 1). L'une des pointes est souvent recourbée pour faciliter certains tracés.

- c) Le pointeau. Pour éviter que les tracés sur métaux s'effacent

au cours de l'usinage, on repère chaque ligne par une suite de points à l'aide d'un pointeau (fig. 2).

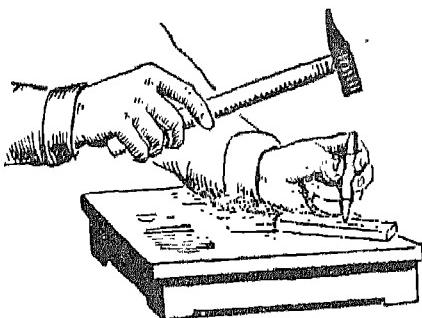


Fig. 3. — Repérage par points d'une ligne tracée sur une pièce de métal.

Cet outil, en acier, a la forme d'un crayon : la pointe conique (angle de 60°) est fortement trempée ; l'autre extrémité, légèrement arrondie, est la tête.

On pose la pointe juste sur le trait à repérer, l'axe du pointeau perpendiculaire à la surface pointée, et l'on frappe la tête d'un léger coup de marteau (fig. 3). Le point ainsi marqué doit disparaître à la finition ; aussi ne doit-il pas être profond, juste visible et bien à cheval sur le trait (fig. 4).

B. — Les guides du tracé.

1. Les règles.

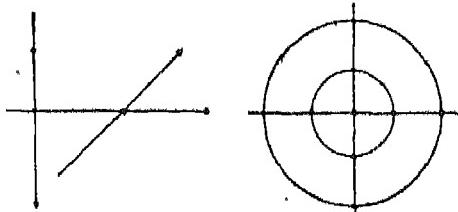


Fig. 4. — Voyez comment on repère un tracé sur une pièce de métal.

Pour tracer une ligne droite, il suffit d'en connaître deux points ; et la ligne est d'autant mieux déterminée qu'ils sont plus fins et plus éloignés l'un de l'autre.

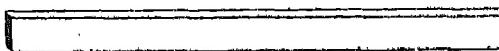


Fig. 5. — Règle d'ajusteur : c'est une barre plate en acier.

outre, au cours de l'exécution, à la vérification des surfaces planes.

Ce sont des barres plates, à section rectangulaire, dont les arêtes sont droites (fig. 5).

Les unes sont en bois dur à grain fin (noyer, poirier), les autres en fer. Elles sont épaisses et rigides, ou minces et flexibles, de toutes longueurs (20 centimètres à 2 mètres).

Le tracé exige du soin : bien faire coïncider une arête de la règle avec le milieu des points et suivre cette arête avec la pointe fine d'un crayon ou d'une pointe à tracer (fig. 6).

Les règles servent en



Fig. 6. — Tenue de la pointe à tracer: mauvaise en *a*, bonne en *b*.

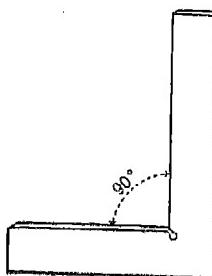


Fig. 7. — Equerre simple.

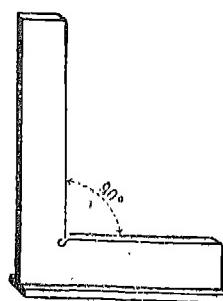


Fig. 8. — Equerre à chapeau.

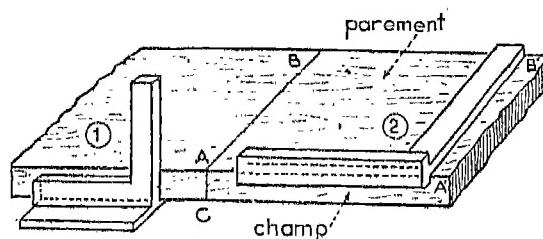


Fig. 9. — Tracé de perpendiculaires — telles que AB, AC, perpendiculaires à AA' — à l'aide d'une équerre à chapeau.

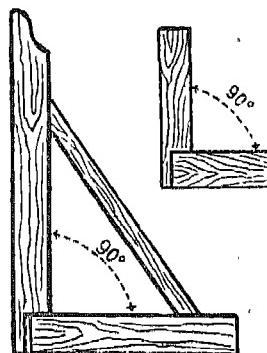


Fig. 10. — Equerres de menuisier. Elles sont en bois. Les plus grandes sont consolidées à l'aide d'une écharpe.

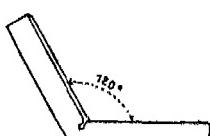


Fig. 11. — Equerre à 120° ou équerre à six pans.

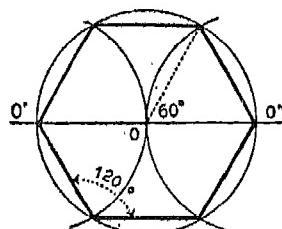


Fig. 12. — Hexagone régulier. Combien a-t-il de côtés? de sommets? Expliquez d'après cette figure comment on détermine les sommets.

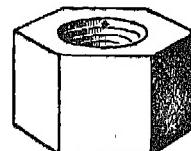


Fig. 13. — Ecrou à six pans. Deux faces voisines font entre elles un angle de 120°.

2. Les équerres.

Elles servent au tracé des droites qui font des angles communs avec des droites déjà tracées.

a) Equerre simple à 90° (fig. 7). Elle est faite de deux règles en fer, d'égale épaisseur, soudées à angle droit. Elle sert surtout, au cours de l'usinage, à la vérification des angles droits.

b) Equerre à chapeau (fig. 8). C'est une équerre simple à 90° dont la petite branche porte extérieurement une règle plate : c'est le chapeau, fixé par des vis à métal. Elle est commode pour le tracé de perpendiculaires à un bord rectiligne (fig. 9).

Les menuisiers utilisent pour le même usage une équerre en bois, faite d'une lame assemblée à ensourclement et collée dans la dossierie (fig. 10).

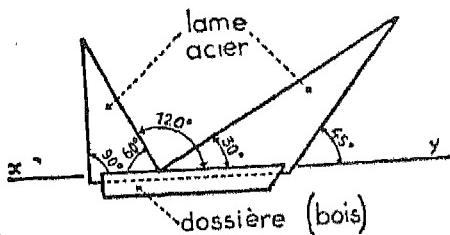


Fig. 14. — Equerre d'onglet. Outre l'angle de 45° , celle-ci permet de tracer les droites qui font avec la direction x et y , les angles de 90° , 120° et 30° .

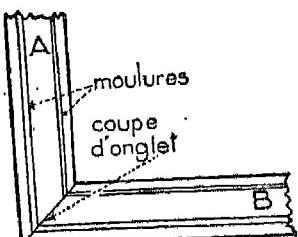


Fig. 15. — Coupe d'onglet sur les côtés A et B d'un cadre. On voyez-vous des angles de 45° ?

est relevé sur une épure grandeur naturelle de la pièce à exécuter.

c) Equerre à 120° ou à 6 pans (fig. 11). C'est une équerre simple (c'est-à-dire sans chapeau) dont les branches forment un angle de 120° : c'est l'angle formé par deux côtés consécutifs d'un hexagone régulier (fig. 12 et 13).

d) Equerre à 45° ou équerre d'onglet (fig. 14). Elle est employée pour le tracé des coupes à 45° , ille coupes d'onglet (fig. 15), pratiquées sur les pièces assemblées en bout à angle droit (encadrements, moulures en bois pour les électriques, etc.).

Les menuisiers, ébénistes, encadreurs, installateurs électriques... évitent le tracé des coupes d'onglets en utilisant une balle d'onglets (fig. 16).

e) La fausse équerre ou sauterelle (fig. 17) est utilisée lorsqu'il s'agit de tracer une droite faisant un angle que conque avec une droite donnée ; cet angle

Elle sert aussi à la vérification du corroyage des champs obliques.

Les deux branches sont articulées entre elles, de sorte que la lame peut tourner à frottement doux autour de cette articulation ; l'angle d'ouverture peut varier de 0° à 180° .

La fausse équerre des menuisiers est en bois ; celle des ajusteurs et des traceurs est en acier.

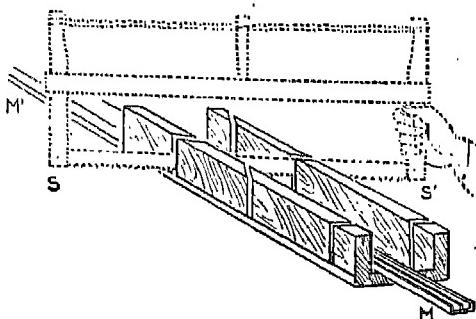


Fig. 16. — Boîte à coupes d'onglet.
Elle permet de faire les coupes d'onglet sans les tracer, par exemple sur les moulures en bois MM' pour installations électriques.

3. Les trusquins.

Ils servent à tracer des lignes parallèles à une droite ou à un plan.

a) Le trusquin de menuisier (fig. 18), construit en bois dur, se compose de trois pièces :

1^e une tige droite à section carrée;

2^e une platine, planchette coulissant à frottement doux sur la tige ;

3^e une clé, en forme de coin allongé, pouvant glisser dans une mortaise étroite de la platine ; son rôle est de bloquer cette platine sur la tige.

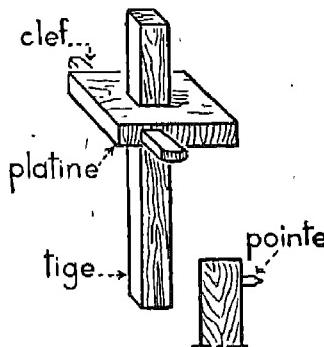


Fig. 18. — Trusquin de menuisier.
La tige porte une pointe près de son extrémité supérieure (représentée en bas, à droite).

L'une des extrémités de la tige porte

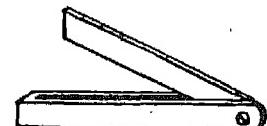


Fig. 17. — Sauterelle ou fausse équerre.

une pointe, terminée par une arête vive, tranchante, parallèle à la platine. La distance entre pointe et platine se règle en débloquant la platine, puis en la faisant glisser le long de la tige ; on mesure cette distance avec une règle graduée ou un mètre, et quand elle est à la cote, on bloque la platine sur la tige en frappant le gros bout de la clé sur l'établi.

On tient le trusquin dans la main droite (fig. 19), la tige passant entre le pouce et l'index, les autres doigts et la paume serrant la platine et la tenant appliquée contre la surface à laquelle on mène une parallèle : rappelvez-vous comment vous employez le trusquin lors du corroyage d'un morceau de bois. Un bon tracé est fait d'un trait fin, mais net.

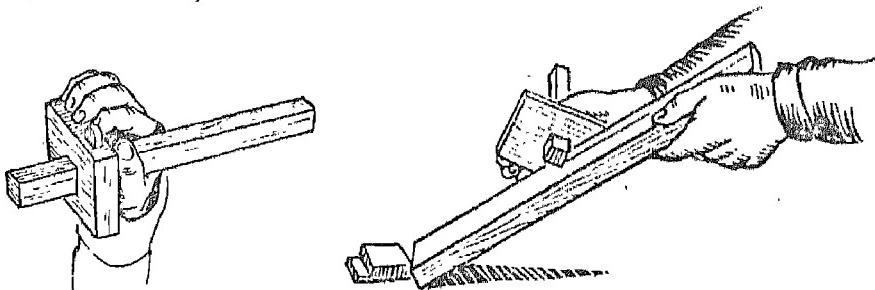


Fig. 19. — Tenue du trusquin et tracé sur une pièce de bois d'une parallèle à une face.

b) Le trusquin d'ajusteur (fig. 20) est bien différent. Un socle en fonte, dont la surface inférieure est parfaitement plane, porte une tige

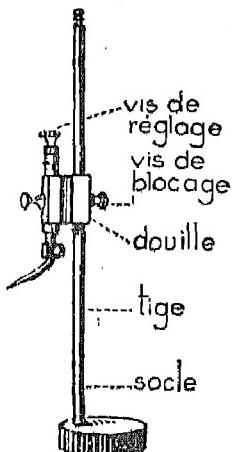


Fig. 20. — Trusquin d'ajusteur.

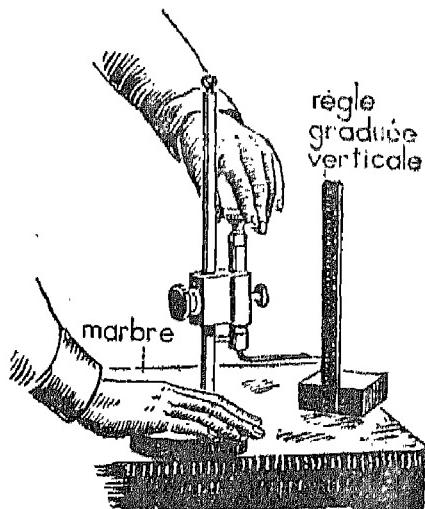


Fig. 21. — Réglage du trusquin. A l'aide d'un marbre d'ajusteur et d'une règle graduée verticale.

cylindrique, en fer, sur laquelle peut coulisser à frottement doux une

douille, en bronze ou en fer. Cette douille peut être bloquée sur la tige à l'aide d'une vis de pression ; elle porte une pointe à tracer en acier.

Ce trusquin repose toujours sur un marbre, table en fonte, avec ou sans pied, dont le dessous est un plan aussi parfait que possible (fig. 21). Quand on fait glisser sur cette surface plane le socle du trusquin, la pointe reste toujours à la même distance du plan (fig. 22).

On règle à volonté cette distance à l'aide d'une règle graduée que l'on déplace sur le marbre. Dans les trusquins de précision, la mise au point définitive s'obtient en déplaçant très lentement la pointe à l'aide d'un système vis et écrou porté par la douille (fig. 21).

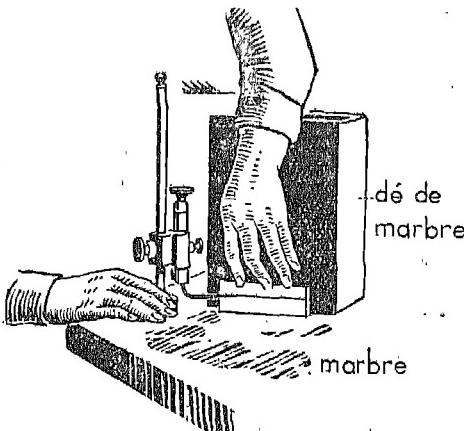


Fig. 22. — Tracé sur une pièce de métal d'une parallèle à une face. Le *d'e de marbre* sert à tenir la pièce à tracer bien verticale.

6. Les compas à pointes.

Ils permettent au traceur d'exécuter sur la matière d'œuvre (bois ou métal) toutes les co...

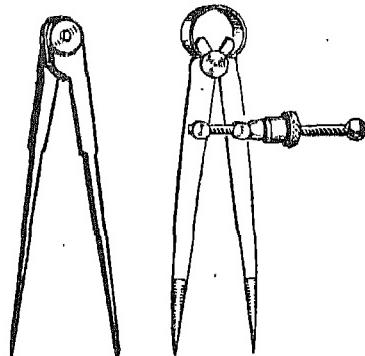


Fig. 23 et 24. — Compas ordinaire et compas de précision.

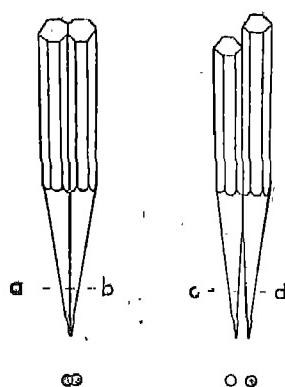


Fig. 25 et 26. — Les pointes d'un compas s'affûtent sur une meule. — *A gauche*, affûtage convenable ; *à droite*, affûtage défectueux ; pourquoi ?

tructions géométriques que le dessinateur fait sur le papier : circonférences, arcs de cercle, division d'angles, report de cotés, perpendiculaires...

Le compas à pointes ordinaire (fig. 23) ressemble au compas à pointes sèches de votre boîte de compas.

Le compas à pointes de précision (fig. 24) est plus pratique car il maintient l'écartement des branches quand il reçoit un choc, et il permet grâce à une tige filetée et à son écrou, d'amener *sans démontage* l'ouverture des bêcs à la cote voulue.

Les pointes sont en acier trempé. Elles doivent toujours être parfaitement affutées (fig. 25 et 26).

C. — Exécution d'un tracé.

1. A l'atelier, avant de commencer un tracé quelconque, l'Elève doit savoir :

a) *l'usage auquel est destiné l'objet ou la pièce à exécuter*, ou, si elle fait partie d'un ensemble, (d'un meuble par exemple), son rôle dans cet ensemble.

b) les raisons qui ont dicté : sa forme, le choix du matériau, les dimensions principales.

(Une leçon de technologie doit donc précéder tout travail d'atelier).

2. Puis, l'Elève lit le croquis ou le dessin d'exécution ; il se rend compte de la forme exacte des diverses parties, puis des détails, jusqu'à voir nettement dans l'espace la pièce finie.

3. Il lit les cotés principales, les compare aux dimensions de la matière d'œuvre qu'il a en main ou qu'il doit lui-même préparer. Il s'assure qu'elle est *capable* de la pièce finie.

4. Le tracé exige parfois des opérations préliminaires, telles que le corroyage en menuiserie, c'est-à-dire le dressage de deux faces planes faisant un angle droit, qui servent de bases aux guides du traçage (équerres, trusquins...)

REMARQUE. — Lorsqu'il s'agit d'exécuter un grand nombre de pièces semblables, on s'efforce de simplifier le tracé en utilisant, lorsque c'est possible un gabarit, c'est-à-dire un *modèle* ou un *patron* : c'est une pièce découpée selon la forme qu'il s'agit de reproduire.

III. — RÉSUMÉ

1. Tracer une pièce à l'atelier, c'est reporter sur la matière d'œuvre les traits qui figurent sur le dessin d'exécution et qui limitent les parties à enlever.

2. Le traçage exige :

a) des instruments de mesure : mètre et règles graduées ;

b) des outils à tracer : crayon, pointe à tracer, et pointeau pour repérer les lignes tracées ;

c) des guides de traçage :

règles pour tracer les lignes droites ;

équerres pour mener des droites faisant des angles connus avec des droites déjà données ; équerre simple, équerre à chapeau, équerre à 120° ou à 6 trous, équerre à 45° ou équerre d'onglet, fausse équerre ou sauterelle ;

trusquins pour mener des parallèles : trusquin de menuisier, trusquin d'ajusteur accompagnant un marbre ;

compas à pointes pour tracer les arcs de cercle.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Quels sont les outils qui servent à faire et à repérer les traits sur la matière d'œuvre à l'atelier du bois et à l'atelier du fer.

2. Quels sont les outils qui servent de guides dans les tracés ?

3. Comparez l'équerre ordinaire du menuisier et l'équerre à chapeau de l'ajusteur.

4. Comparez le trusquin de menuisier et le trusquin d'ajusteur.

5. Exécuter le tracé de la lame d'une équerre d'onglet (fig. 27) sur une plaque de tôle (épaisseur 2 mm, longueur 110 mm, largeur 60 mm).

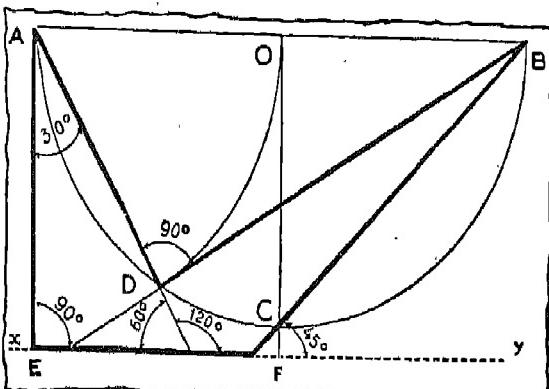


Fig. 27.

a) Tracer et repérer :

1^o la droite A B (règle, pointeau).

2^o la demi-circumférence A C B (centre O, rayon 50 mm).

3^o arc O D de centre A.

b) Dresser la droite A B (burin, lime).

c) Tracer et repérer :

1^o la droite X Y, parallèle à A B (trusquin d'ajusteur).

2^o les droites A E, O C (équerre à chapeau); A D, B D, B C (règle).

46^e LEÇON

SOYEZ ADROIT ET INDUSTRIEUX

Quel que soit votre futur métier, vous aurez plus tard à entretenir votre maison, les installations qu'elle comporte (eau courante, chauffage, éclairage...), les meubles... Vous aurez des clous à arracher, vous en enfoncerez d'autres ailleurs, vous scellerez un porte manteau, une étagère... contre un mur, vous remplacerez une vitre, vous installerez une prise de courant... vous réparerez votre bicyclette, etc... Et même, si vous êtes habile et ingénieux, vous aimerez à fabriquer ces menus objets qui, bien que modestes, contribuent éffleurement au confort d'un intérieur : petits bancs, escabeau, cadres...

Vous aurez une boîte — peut-être même un petit atelier — où seront réunis les outils les plus communs, parce qu'ils sont les plus indispensables : marteaux, tenailles, pinces, scies, rabot... etc.

C'est pour vous permettre de les bien connaître et de les utiliser au mieux que nous allons, en quelques leçons, vous les décrire et vous expliquer comment on les entretient en bon état et comment on les manie.

LES MARTEAUX

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Avec quel outil enfonce-t-on un clou dans une planche ? A quels autres usages cet outil est-il employé ? Citez des artisans qui s'en servent fréquemment.
2. Décrivez le marteau de la boîte à outils de votre père en vous aidant des fig. 1 et 2. Évaluez la longueur du manche, le poids de la masse. Vérifiez.
3. Un coup léger enfonce-t-il le clou aussi qu'un fort coup de marteau ? Le travail utile pratiqué est donc d'autant plus grand que la vitesse

du marteau quand il frappe est plus grande.

Pourrait-on lancer la masse en la tenant à la main aussi vite qu'avec le manche ? Quel est donc l'avantage que procure le manche ?

4. Un petit marteau enfonce-t-il le clou autant qu'un gros marteau lancé à la même vitesse ? Le travail produit est plus grand si le marteau est plus lourd. — Citez des ouvriers

- qui emploient de gros marteaux.
5. Les marteaux des forgerons, des menuisiers, des vitriers, des maçons,... ont des formes différentes. Examinez-les et justifiez ces différences.
6. Frappez en bout le manche d'un outil en bois avec un marteau de fer, les fibres s'écrasent. Même expérience avec un maillet : les fibres ne s'écrasent pas.

II. — LEÇON

Parmi les outils d'usage courant, aucun n'est plus fréquemment employé que le marteau. Aussi se trouve-t-il dans la boîte à outils de chaque ménage : il sert à enfoncer les clous, à briser les gros morceaux de houille, réparer les semelles des chaussures, les outils, les portes, les parquets, les meubles, etc.

Par ailleurs, c'est l'outil par excellence de beaucoup d'artisans : forgerons, serruriers, menuisiers, charpentiers, emballeurs, savetiers, etc.

Un outil si précieux, bien qu'il soit des plus simples, ne mérite-t-il pas de retenir notre attention ?

1. Le marteau de ménage.

Il se compose de deux pièces (fig. 1) :

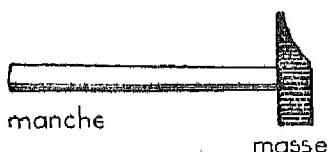


Fig. 1. — Marteau de ménage. Il se compose de deux pièces : un manche en bois ; une masse en acier.

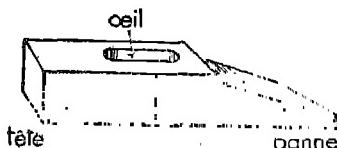


Fig. 2. — Masse d'un marteau de ménage. L'œil est le trou qui reçoit le bout du manche. C'est pour rendre plus commode l'usage du marteau que la paume est arrondie et tournée du côté du manche.

1^o une masse, en acier, (750 grammes environ) : c'est le marteau proprement dit ;

2^o un manche en bois, long et léger.

La masse a une tête carrée ou rectangulaire ; l'autre bout est aminci : c'est la panne. Entre la tête et la panne, un trou ovale, appelé œil, est destiné à recevoir le manche (fig. 2).

2. Tout marteau doit être solidement emmanché.

Sinon, lorsque vous le lancez pour frapper, la masse peut s'échapper du manche, être projetée au loin comme la pierre d'une fronde, et causer un grave accident.



Fig. 3. — Voyez comment ce forgeron emmanche son marteau

Pour l'emmancher, taillez un bout du manche pour qu'il entre un peu dans l'œil et frappez l'autre bout contre un obstacle solide : une grosse pierre, une enclume (fig. 3). La masse s'emmanche peu à peu ; c'est qu'à chaque coup elle continue encore son mouvement alors que le manche est déjà arrêté : elle fait comme le voyageur d'une voiture qui s'arrête brusquement.

Pour assurer un bon serrage, enfoncez un coin de fer ou de bois dur dans le bout emmanché (fig. 4).

3. Apprenez à frapper avec adresse.

Voulez-vous enfoncez un clou ? Prenez le marteau vers l'extrémité du manche, (fig. 5), soulevez-le assez haut, regardez bien la tête du clou et frappez !

De la souplesse pour lancer et guider le marteau ! Du coup d'œil pour *frapper droit*, d'aplomb sur la tête du clou, avec le milieu de la tête, et non *de côté*.

Commencez par frapper à petits coups : la main s'habitue au trajet qu'elle doit suivre ;achevez par des coups plus forts.

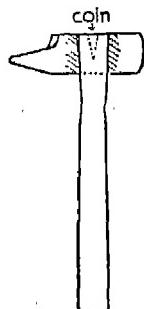


Fig. 4. — Le coin empêche la masse de se démancher lorsqu'on frappe avec le marteau.

4. L'effet produit par un coup de marteau dépend de deux facteurs : masse et vitesse.

1^o Un petit marteau est commode pour enfoncer de petits clous qui rencontrent peu de résistance ;

c'est le cas du vitrier qui fixe une vitre dans son cadre à l'aide de petits clous sans tête (fig. 5).

Mais si le clou est gros comme ceux de l'emballeur qui fabrique une caisse, ou ceux du charpentier qui fixe un chevron sur une panne, un petit marteau ne produit pas d'effet : il faut ici une grosse masse. De même le forgeron, qui dispose toujours d'une série de marteaux de grosseurs diverses, prend un marteau d'autant plus lourd que la pièce à forger est plus volumineuse ; il utilise même un marteau-pilon (fig. 7).

L'effet d'un coup de marteau est d'autant plus grand que la masse est plus lourde.

2^e Frappez doucement : le travail produit est petit.

Frappez vivement, avec le même marteau : le travail produit est beaucoup plus grand.

Plus est grande la vitesse avec laquelle la masse arrive sur le clou, plus est grand le travail produit.

C'est précisément pour pouvoir lancer la masse avec une grande vitesse qu'on la munit d'un manche long ; pas trop cependant, car plus il est long, plus il est difficile de guider la masse et de frapper juste ; il faut alors tenir le manche à deux mains (fig. 8).

5. Chaque métier a un marteau de forme spéciale.

Nous avons décrit le marteau de ménage, qui sert à de multiples usages : enfoncer des clous, briser des corps durs, etc. Il ressemble beaucoup à celui du menuisier.

Celui du forgeron a une tête plus arrondie et une panne plus épaisse et plus courte.

La figure 9 vous montre des marteaux de formes bien différentes.

6. Le maillet de menuisier.

Voyez le menuisier qui creuse une mortaise avec un bédane ou un

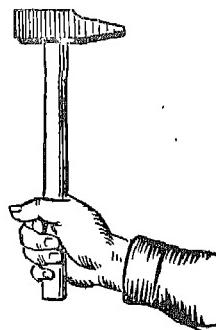


Fig. 5. — Tenue du marteau : à pleine main, vers l'extrémité du manche, pouce opposé aux autres doigts.

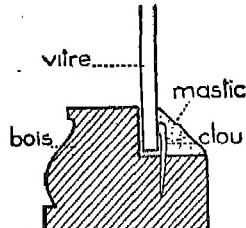


Fig. 6. — Le marteau du vitrier a une petite masse, parce qu'il ne lui servira que pour enfonceer de petits clous.

ciseau à bois. Il frappe sur le bout du manche avec un maillet en bois, non avec un marteau en fer.

C'est que le fer, beaucoup plus dur que le bois, écraserait à la longue

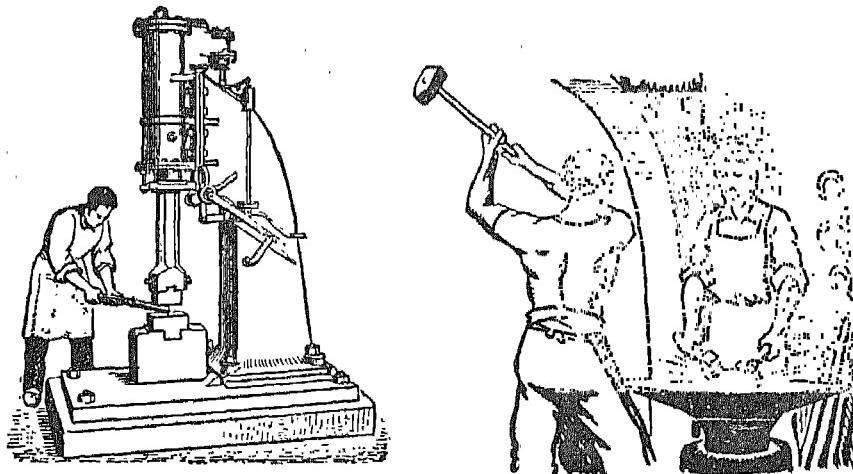


Fig. 7. — Marteau pilon servant à forger des pièces de métal. Sa masse très lourde est fixée à l'extrémité d'un piston mis par la vapeur.

Fig. 8. — Marteau à frapper devant de l'aide-forgeron : masse lourde, manche long tenu à deux mains.

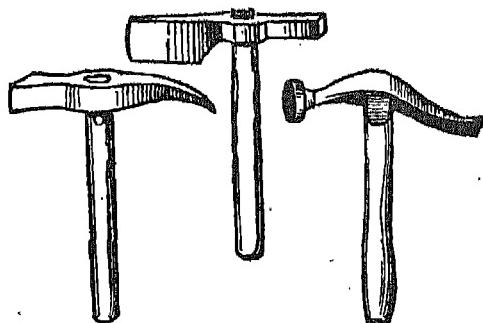


Fig. 9. — Voici trois marteaux de formes spéciales : pic du démolisseur, marteau de maçon, marteau de cordonnier.

noir, outil accessoire du marteau.

Essayez d'enfoncer un clou dans un mur. Il n'avance plus dès que

le bout du manche.

Il se sert aussi de son maillet pour bloquer ou débloquer son valet, qui serait vite détérioré s'il le frappait avec un marteau de fer (fig. 10).

Ainsi, dans tous les cas où il faut frapper sur un outil, qu'il soit en bois ou en fer, le menuisier utilise son maillet.

7. Le tampon-noir, outil accessoire du marteau.

sa pointe, ayant traversé l'enduit de plâtre, rencontre la pierre ou la brique ; il se courbe sous les coups de marteau, et il ne tient pas.

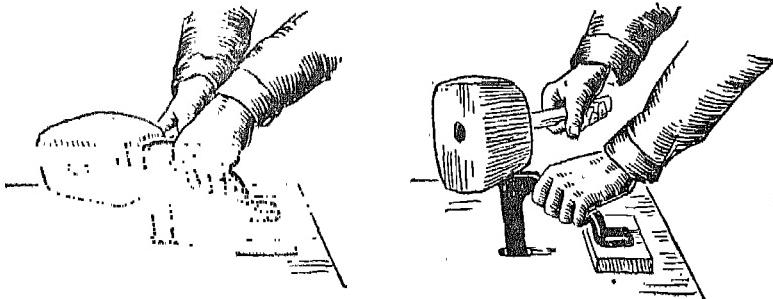


Fig. 10. — Maillet en bois servant au menuisier pour bloquer ou débloquer une pièce sous le valet de l'établi. Pourquoi maillet en bois et non marteau en fer ?

Le mieux est de creuser un trou dans le mur, plus profond que la longueur du clou, et assez large pour recevoir un tampon, c'est-à-dire une grosse cheville en bois, qu'on enfonce à coups de marteau. C'est dans ce tampon qu'on plante le clou, sans difficulté ; et il est solide, parce qu'il est fortement serré par le bois, lui-même serré dans le trou (fig. 11).

Le trou est creusé à l'aide d'un tamponoir (fig. 12), tige d'acier, dont un bout, trempé dur, présente une ou plusieurs arêtes vives. On le tient perpendiculairement au mur ; on frappe la tête à coups de marteau, en le faisant tourner légèrement après chaque coup pour faciliter l'attaque de la pierre au fond du trou (fig. 13).

III. — RÉSUMÉ

1. Un marteau est fait d'une masse en fer et d'un manche en bois. La masse présente une tête, une panne et un œil destiné à recevoir le manche.

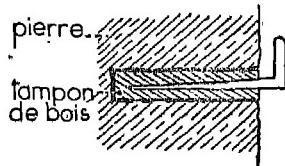


Fig. 11. — Voici comment on fait tenir un clou dans un mur en pierre.

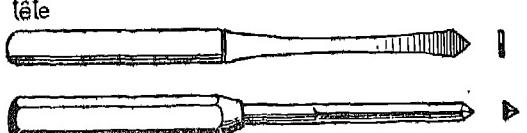


Fig. 12. — Tamponoirs : ils servent à creuser des trous dans les murs ou les cloisons en pierre ou en briques. Il y en a de différentes tailles et de différentes formes.

2. L'effet d'un coup de marteau est d'autant plus grand que la masse est plus lourde et que sa vitesse au moment du choc est plus grande.
3. Chaque métier a un marteau de forme spéciale, le plus commode pour le genre de travail spécial à ce métier.
4. Le menuisier se sert d'un maillet en bois pour frapper sur le valet de l'établi, sur le bédane ou le ciseau quand il creuse une mortaise ; en frappant avec un marteau en fer, il détériorerait ses outils.
5. Le tamponnoir permet de creuser, dans les murs, des trous dans lesquels on enfonce des tampons de bois, puis des clous ou des vis à bois.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

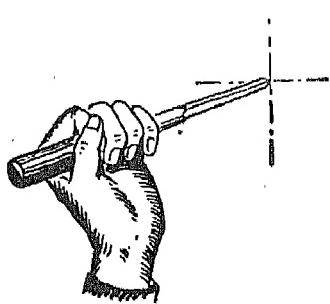


Fig. 13. — Tenue du tamponnoir : il est perpendiculaire au mur à percer.

6. Assouplissez votre bras droit. Matériel : marteau (500 grammes), plaque de tôle.

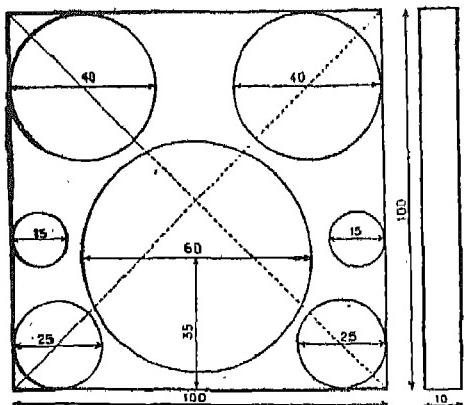


Fig. 14

l'avant-bras seuls travaillant ; débuter lentement avec faible amplitude.

a) Mouvement du poignet. Empoigner le marteau à l'extrémité du manche, pouce opposé aux autres doigts et non allongé sur le manche. Exécuter le mouvement de frappe dans un plan vertical : faire d'abord travailler le poignet seul ; débuter lentement avec faible amplitude, augmenter progressivement la vitesse et l'amplitude.

b) Mouvement de l'avant-bras. Tenir la tôle de la main gauche sur une enclume ou un billot de bois. Exécuter le mouvement de frappe dans le plan vertical, le poignet et l'avant-bras seuls travaillant avec faible amplitude.

c) Mouvement du bras. Faire travailler poignet, avant-bras et bras.
Note : faire des exercices courts, mais les répéter souvent.

7. Apprenez à frapper juste. Matériel : marteau (500 grammes), tas en plomb (100 mm x 100 mm x 15 mm) ou, à défaut, plaque de carton.

Tracer sur la plaque des circonférences de différents diamètres (fig. 14). Frapper avec la panne du marteau (une paume en forme de cône si possible) 5 ou 10 coups en visant le centre de la grande circonference, puis les centres des circonférences de plus en plus petites.

47^e LEÇON

L'ARRACHE-CLOU, LES TENAILLES ET LES PINCES

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Faites le schéma d'un levier de maçon et rappelez les définitions suivantes : point d'appui, résistance, puissance, bras de levier de la résistance, de la puissance.
Énoncez la loi du levier.
2. Décrivez l'arrache-clou¹ ou pied de biche (fig. 1). Enfoncez un clou dans une planche et expliquez comment on peut l'arracher avec l'outil précédent ? Où est la résistance, la puissance ? Si le bras de levier de la puissance est égal à 20 fois celui de la résistance, quelle force exerce-t-on sur le clou si l'on appuie avec une force de 5 kilogrammes sur la grande branche.
3. Décrivez la tenaille² : deux branches pareilles mobiles autour d'un axe. Chaque branche présente : un long manche cylindrique, un *ail* ou passe l'axe, le *mors* recourbé en crochet, à bord tranchant.
Arrachez un clou avec une tenaille. Quel est le rôle de chaque branche ? Coupez un fil de fer en le serrant entre les mors. Pourquoi le biseau pénètre-t-il dans le fil ?
4. Décrivez une pince plate (fig. 9). A quoi sert-elle ?
5. Décrivez une cisaille (fig. 13). Les biseaux des deux lames agissent-ils comme ceux d'une tenaille ?
6. Quel est le caractère commun à une tenaille, une pince plate, une cisaille ?

II. — LEÇON

Vous connaissez le levier de maçon, étudié au Cours moyen ; il vous a permis de comprendre ce qu'on entend par point d'appui, résistance, puissance. Vous avez fait des expériences qui vous ont appris que les leviers multiplient notre force, à condition que le bras de levier de la puissance soit beaucoup plus grand que celui de la résistance.

Nous étudierons aujourd'hui quelques outils fort répandus qui sont des leviers, de forme plus ou moins compliquée suivant leur usage.

1. L'arrache-clou est un levier simple.

C'est une barre de fer dont un bout, recourbé en forme de crochet, est aminci et fendu comme un pied de biche (fig. 1). D'où le nom de pied-de-biche qui lui est parfois donné.

1. Si l'Ecole n'a pas d'arrache-clou, le Professeur s'en procurera un facilement chez un artisan.

2. On dit aussi « les tenailles » ou encore une « paire de tenailles ».

Voulez-vous arracher un clou ? Engagez sa tête dans la fente du biseau¹ et appuyez sur la poignée « pour faire levier ». Le coude arrondi A prend appui sur



Fig. 1. — L'arrache-clou ou pied de biche : outil très commode pour déclouer une caisse.

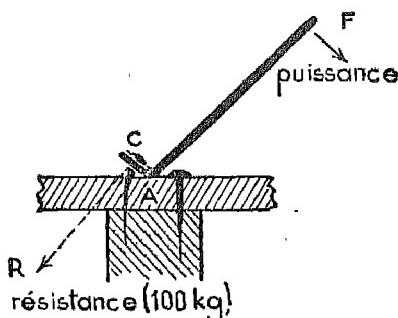


Fig. 2. — Quel effort faut-il exercer avec la main en F, si le bras de levier A F de la puissance est 20 fois plus grand que celui de la résistance ?

la planche et vous arrachez le clou comme si vous soulevez un fardeau avec un levier (fig. 2).

Si $A C = 2 \text{ cm}$ et $A F = 40 \text{ cm}$, le bras du levier de la puissance est 20 fois plus grand que celui de la résistance, et il suffit d'appuyer en F avec une force 20 fois plus petite que la résistance R à l'arrachement : $f = 5 \text{ kg}$ par exemple, si cette résistance est de 100 kilogrammes.

2. La tenaille est un levier double.

Description. — Elle est formée de deux branches semblables en fer, assemblées par un axe autour duquel chacune d'elles peut tourner (fig. 3 et 4).

Chaque branche comporte une poignée, un mors en forme de crochet, et un œil pour recevoir l'axe. C'est un véritable levier qui prend appui sur l'axe (fig. 5).

1. Si la tête du clou est enfoncée dans le bois, dégagerez-la d'abord à l'aide d'un burin dont vous enfoncerez le biseau sous la tête du clou, à petits coups de marteau.

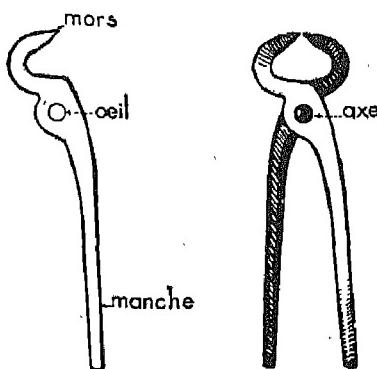


Fig. 3. — Une branche de tenailles. Remarquez le manche, l'œil, le mors.

Fig. 4. — Tenailles. Les deux branches sont mobiles autour de l'axe.

Usage. — La tenaille sert surtout à arracher les clous et à couper les fils de fer.

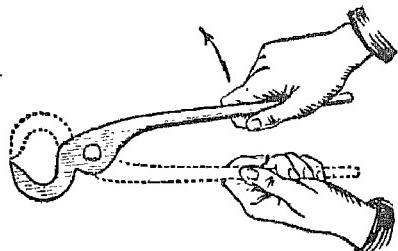


Fig. 5. — Chaque branche d'une tenaille est un véritable levier qui prend appui sur l'axe.

n'est qu'entaillé ; mais vous faites une autre entaille, voisine, et vous pouvez alors casser le fil en le plongeant à plusieurs reprises.

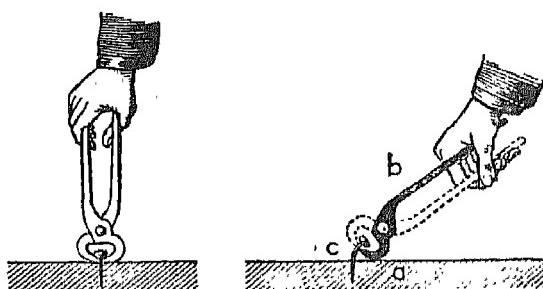


Fig. 6 et 7. — Pour arracher un clou :

- serrez-le fortement sous la tête ;
- inclinez les tenailles, comme vous feriez avec l'arrache-clou.

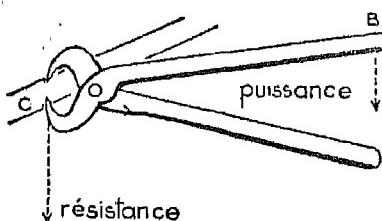


Fig. 8. — Quelle est la résistance : si la puissance appliquée en B est de 4 kilogrammes et si AB = 6 AC ?

Pour arracher un clou, serrez-le sous la tête, entre les mors, en tenant les poignées perpendiculaires à la planche. Puis inclinez l'outil vers la droite, en le faisant rouler sur la partie arrondie d'un mors ; la branche qui s'appuie sur la planche agit alors comme un pied de biche (fig. 6 et 7).

Pour couper un fil de fer, pincez-le entre les mors — dont les biseaux présentent une arête bien tranchante si l'outil est en bon état. Puis, serrez fortement les poignées tout au bout. Si le fil est mince, il est coupé ; s'il est plus gros, il n'est qu'entaillé ; mais vous faites une autre entaille, voisine, et vous pouvez alors casser le fil en le plongeant à plusieurs reprises.

Soit $AC = 3 \text{ cm}$ et $AB = 18 \text{ cm}$ (fig. 8). Si la main agit avec une force de 5 kg au point B, l'arête C appuie sur le fil de fer avec une force de $5 \times 6 = 30 \text{ kg}$. Mais cette arête est fine ; elle ne presse le métal que sur une très petite surface, $0,1 \text{ mm}^2$ par exemple ; c'est pourquoi elle le resoule devant elle, coupant ou entaillant le fil.

3. La pince plate est aussi un levier double.

C'est une tenaille dont chaque mors, court et épais, présente une surface plate, striée ; et ces deux surfaces s'appliquent l'une contre l'autre lorsqu'on serre les poignées (fig. 9).

La pince plate est employée pour saisir et tenir solidement de

menus objets entre ses mors : petites pièces à travailler à la lime, petits écrous que l'on visse ou dévisse, fil métallique que l'on veut courber ou tordre, etc.

La pince à gaz ou pince à tubes est surtout utilisée par les plombiers pour tenir les tuyaux des conduites de gaz ou d'eau qu'ils ont à façonner. Les mors

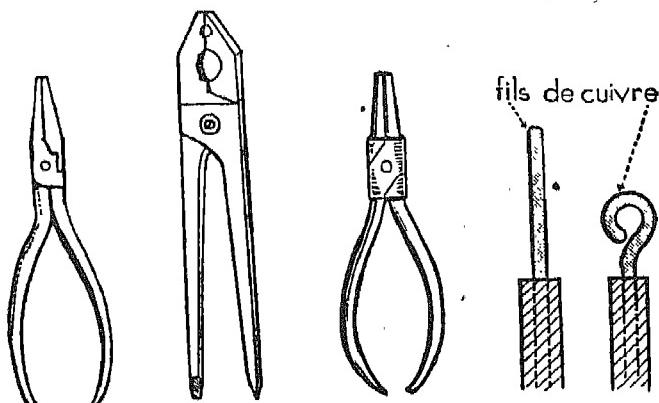


Fig. 9. — Pince plate : elle ressemble à une tenaille dont on aurait aplati les mors.

Fig. 10. — Pince à tubes : pince dont les mors présentent des échancrures arrondies.

Fig. 11. — Pince à courber les fils : pinces dont les mors sont arrondis.

Fig. 12. — Fil conducteur électrique : son extrémité est recourbée pour être serrée sous une borne.

présentent des échancrures arrondies et striées dans lesquelles le tube est fortement serré (fig. 10).

La pince à courber a des mors arrondis (fig. 11), ce qui permet de courber facilement, au point voulu, des fils ou des tiges métalliques : par exemple, les extrémités des fils électriques qui doivent être serrés sous un écrou (fig. 12).

4. La cisaille est encore un levier double.

Comme la tenaille et la pince-plate, elle a deux branches mobiles autour d'un axe (fig. 13). Mais les mors sont ici remplacés par des lames en acier qui glissent l'une contre l'autre, comme celles d'un ciseau (d'où son nom) ; chacune d'elles est biseautée et présente une arête qui n'est pas très aiguë.

Les poignées sont courbées vers leurs extrémités qui butent l'une contre l'autre quand la cisaille est fermée.

Comme les ciseaux coupent le papier, les étoffes, la cisaille coupe les métaux en feuilles. Remarquez que les arêtes des biseaux ne s'enfoncent pas dans le métal à la façon d'un coin, comme c'est le cas pour la tenaille ; chacune d'elles refoule la matière devant elle comme l'indique

la figure 14 ; de sorte que le tronçon de droite de la feuille glisse par rapport au tronçon de gauche, comme la lame de droite de la cisaille glisse par rapport à celle de gauche. Aussi n'est-il pas nécessaire que les arêtes des biseaux soient tranchantes ; mais il faut que les lames s'appliquent bien l'une contre l'autre et ne s'écartent pas lorsqu'elles travaillent : sinon, la feuille fléchit (fig. 14) et n'est pas tranchée. L'axe joue donc un rôle important dans une cisaille : il doit être robuste, parfaitement ajusté dans l'œil

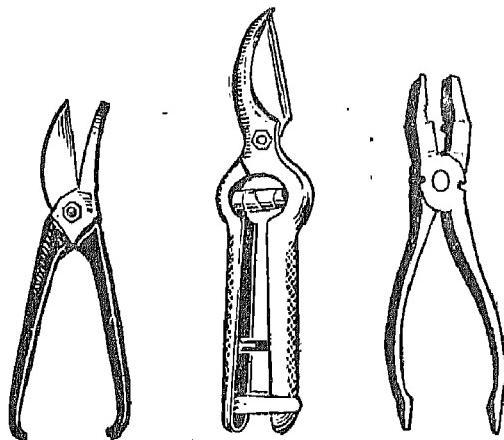


Fig. 13. — Cisaille : elle sert à couper les feuilles métalliques.

Fig. 15. — Sécateur de jardinier : une seule lame est coupante ; l'autre soutient la branche qui doit tomber.

Fig. 16. — Pince universelle. Pourquoi est-elle universelle ?

de chaque lame et maintenir celles-ci fortement serrées l'une contre l'autre.

5. Le sécateur du jardinier : c'est une cisaille spéciale dont un seul mors est coupant.

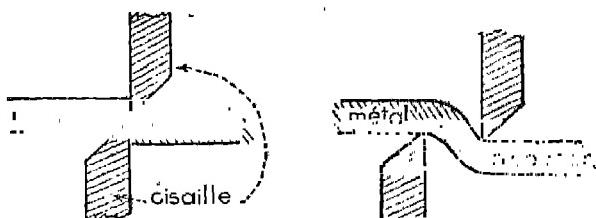


Fig. 14. — Les lames d'une cisaille doivent glisser l'une sur l'autre sans jeu (à gauche); sinon la feuille plie et n'est pas tranchée (à droite).

comme celle d'une lame de couteau ; elle coupe les fibres du bois, sans

a) Les lames sont courbées en forme d'arc de cercle (fig. 15).

b) L'une d'elles a une arête très aiguë,

les arracher ni les déchirer ; ainsi la branche coupée laisse sur l'arbre une cicatrice plane, nette, qui guérira beaucoup plus vite que la plaie produite par une scie par exemple.

6. La pince universelle est à la fois une pince plate, une pince à gaz, une petite tenaille, une petite cisaille et un tourne-vis.

Les mors ont en effet (fig. 16) :
des *bouts plats et striés*, comme une pince plate ;
des *échancreures striées*, comme une pince à gaz ;
des *biseaux qui s'affrontent*, comme une tenaille ;
des *encoches qui glissent l'une sur l'autre*, comme une cisaille.
De plus, le bout des poignées est biseauté et peut servir de tourne-vis.

III. — RÉSUMÉ

1. De nombreux outils sont des leviers, de formes plus ou moins compliquées, suivant l'usage auquel ils sont destinés.
2. Avec un arrache-clou (ou pied-de-biche), on arrache un clou en appuyant sur la grande branche.
3. Chaque branche d'une tenaille est un levier qui prend appui sur l'axe de l'outil : la tenaille est donc un levier double. On s'en sert pour arracher les clous, couper les fils métalliques, etc.
4. La *pince plate* est aussi un levier double ; elle sert à tenir solidement de petits objets, à visser ou dévisser les écrous, etc.
5. La *cisaille* est encore un levier double ; elle permet de couper des feuilles métalliques, à condition que les lames s'appliquent exactement l'une contre l'autre.
- Le *sécateur* est une cisaille qui sert à couper les petites branches des arbres : l'une des lames a une arête niguë comme une lame de couteau.
6. La *pince universelle* est à la fois une pince plate, une petite tenaille et une petite cisaille.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. L'arrache-clou : description, usage.
 2. Les tenailles. Montrez qu'une tenaille est un levier double : dessinez une branche et montrez qu'elle fonctionne comme un levier simple.
 3. Comparez une tenaille et une cisaille.
- Exercices. — 1. Exercez-vous à vous servir des outils étudiés au cours de cette leçon.
2. Lorsque vous taillerez une branche à l'aide d'un sécateur, ayez soin de placer le mors non tranchant du côté du bois qui doit tomber — afin que le bois qui reste ne soit pas meurtri.
 3. Visitez un atelier de forgeron afin de voir la série de tenailles dont il se sert pour tenir solidement les pièces qu'il chauffe pour les forger ensuite.

48^e LEÇON

LES SCIERS A BOIS ET A MÉTAUX

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Décrivez la lame de la scie de votre maison (longueur, largeur, épaisseur) : un bord rectiligne, un bord taillé en dents pointues.
En quel métal est-elle ? Pourquoi a-t-on choisi l'acier ?
2. Appuyez la pointe de votre canif contre une planche. Elle pénètre dans le bois : l'acier est plus dur que le bois.
Déplacez la pointe et recommencez plusieurs fois en suivant la même raie. Qu'arrive-t-il si vous continuez ainsi longtemps ?
Comparez ce mode d'action à celui des dents de la scie. Quel est l'avantage de la scie (dents nombreuses qui toutes grattent et déchirent le bois dans la même raie). — Examinez la sciure. Pourquoi ne ressemble t-elle pas à des copeaux ?
3. Pourquoi la lame est-elle si mince ? Pourrait-on scier facilement du bois avec la lame seule ? Quel est donc le rôle de la monture ?
4. Décrivez la monture en vous aidant de la fig. 1 pour les noms de ses diverses pièces.
Expliquez le rôle de chacune d'elles.
5. Après avoir tendu fortement la lame, faites un « trait de scie » dans une planche. Comparez son épaisseur à celui du bord rectiligne de la lame. Pour quelle raison est-il plus épais ? Observez deux dents successives : leurs pointes sont-elles dans le plan de la lame ? Concluez.
6. Comparez les dentures de la scie à bûches et des scies diverses du menuisier : scies à tenon, à rasoir, à refendre.

II. — LEÇON

Nous avons étudié les outils de traçage et de contrôle utilisés pour le travail du bois et du fer (45^e Leçon). Nous allons maintenant passer en revue les outils d'usinage, c'est-à-dire ceux qui permettent à l'ouvrier, lorsque son travail est tracé, de couper, trancher, arracher la matière en excès, celle qui doit tomber, et finalement de produire un objet utile.

Nous commencerons par les scies, et par la plus répandue, parce que chaque famille, chaque atelier en possède une : la scie à débiter les bûches de bois.

A. — La scie à débiter les bûches.

1. Description de la scie à débiter.

La pièce principale est une lame mince¹, en acier trempé dur, dont un champ porte des dents (fig. 1).

Pour s'en servir, il faut la tendre fortement, afin de lui donner de la rigidité. C'est le rôle de la monture qui se compose de :

deux bras, en bois de sapin ; une extrémité de la lame est fixée à chacun d'eux, par une cheville ou *goujon* en fer ;

un sommier, en sapin aussi, qui maintient les bras écartés, en s'arc-boutant sur le milieu de chacun d'eux ;

une corde, faite d'une longue ficelle, en chanvre, donc très solide, qui relie les bouts des bras par une douzaine de brins.

une clé ou garrot, planchette en bois dur dont un bout est engagé entre les brins de la corde. C'est en la tournant, de façon à tordre la corde, que l'on tend la lame, comme il est facile de s'en rendre compte².

2. La denture de la scie ; la voie.

a) Chaque dent a ici la forme d'un triangle isocèle³ (angle au sommet : de 42 à 44°). Ses côtés ont leurs faces perpendiculaires au plan de la

1. Voici, par exemple, les dimensions d'une lame ordinaire : longueur : 1 mètre, largeur 78 millimètres, épaisseur 0,8 millimètres.

2. De plus en plus, les cordes sont remplacées par des tendeurs métalliques.

3. Nous verrons qu'il n'en est pas ainsi pour toutes les scies.

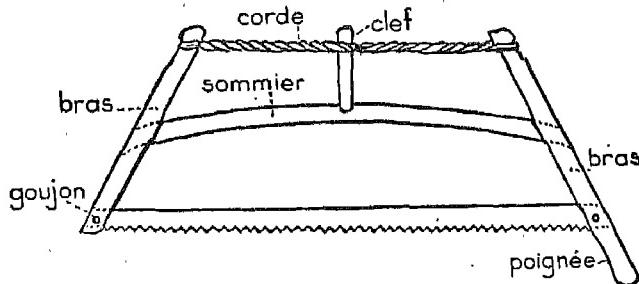


Fig. 1. — Scie à débiter les bûches. Enumérez les différentes pièces de la monture et justifiez le rôle de chacune d'elles.

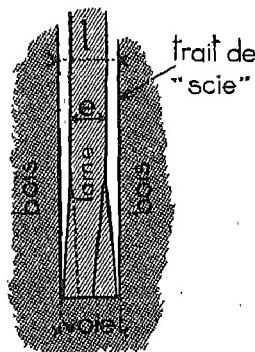


Fig. 2. — Voie de la scie. La largeur l du trait de scie est plus grande que l'épaisseur e de la lame, parce que la scie a de la voie.

lame. C'est donc l'arête de la pointe qui seule est tranchante.

b) Faites un *trait de scie* dans une bûche : vous constatez qu'il est plus large que la lame (fig. 2), de sorte que celle-ci glisse sans frotter

contre le bois. On exprime ce fait en disant que la scie a de la *voie*, ce qui est indispensable ; sinon la lame frotterait si fort contre les parois latérales du trait qu'il serait impossible de la déplacer.

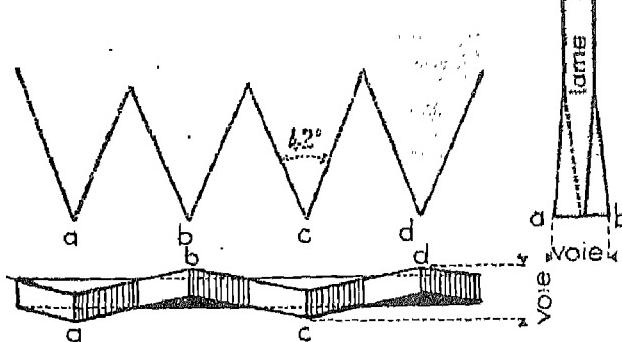


Fig. 3.— Denture d'une sole à bûches. Les dents ont la forme de triangles isocèles. Voyez, en bas, leurs sommets écartés alternativement à droite et à gauche du plan de la lame.

en écartant légèrement chaque dent, alternativement à droite et à gauche du plan de la lame (fig. 3). C'est une opération délicate qui exige beaucoup d'attention, même d'un praticien expérimenté. Il se sert à cet effet d'un tourne à gauche (fig. 4), ou d'une pince à voie,

(fig. 5) qui permet d'obtenir une voie très régulière : dents assez écartées, (fig. 3) pas trop (fig. 6), autant à droite qu'à gauche.

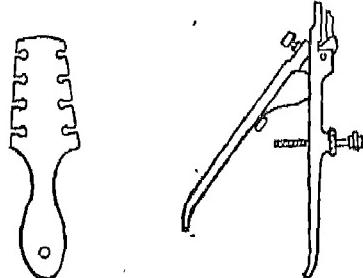


Fig. 4 et 5.— Pour donner de la voie à une scie on se sert, soit d'un tourne à gauche, soit d'une pince à voie.

3. La scie gratte et arrache : elle ne coupe pas.

Lorsque vous taillez votre crayon, votre canif enlève des copeaux ; le rabot, la varlope, la hache coupent le bois de la même façon, grâce aux arêtes tranchantes de leurs fers.

La scie agit de tout autre façon. Les pointes des dents, sous le poids de la monture, s'enfoncent dans le bois, et quand on pousse la scie, elles rayent, gratent, arrachent des particules de matière ; le résultat de leur action est de la *sciture*, comparable à la limaille que vous obtenez en limant un morceau de fer.

La sciure se loge entre les dents et tombe lorsque celles-ci sortent en avant ou en arrière du trait de scie.

Elle foisonne plus ou moins suivant l'état de dessiccation du bois (vert ou sec), l'essence (bois dur ou bois tendre), le sciage en bois de fil ou en bois de travers. Ceci explique que la denture d'une scie varie de forme et de grosseur suivant l'usage particulier auquel on la destine.

4. L'entretien de la denture : l'affûtage.

Les arêtes vives des pointes des dents s'usent à la longue ; elles s'émoussent, ce que l'on reconnaît à ce qu'elles deviennent brillantes. La scie coupe mal ; elle exige plus d'effort musculaire pour la manœuvrer et cependant ne produit guère de travail. Il faut l'affûter, c'est-à-dire rendre aux dents leur arête aiguë avec un morfil¹ qui en augmente la coupe (fig. 7).

L'affûtage se fait avec un tiers point, lame spéciale, à section triangulaire équilatérale, en acier très dur (*acier chromé*²), à une seule taille. La lame de scie étant maintenue solidement dans un étau d'affûtage, le tiers-point est manœuvré perpendiculairement au plan de la lame (fig. 8) et il faut limer bien régulièrement, en appuyant toujours autant sur le tiers-point et en donnant à chaque dent le même nombre de coups de lime : sinon les arêtes tranchantes ne se trouvent pas sur une ligne droite, et les dents qui dépassent accrochent lorsqu'on scie.

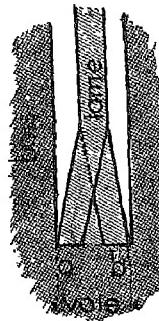


Fig. 6. — Cette scie a trop de voile. Pourquoi ? Ne reste-t-il pas du bois non arraché ?

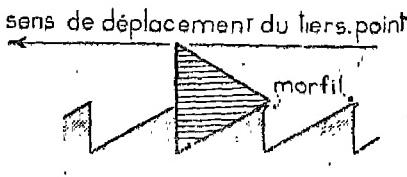


Fig. 7. — Morfil. Ce sont de fines particules d'acier, très dures, qui, après affûtage d'une scie, restent adhérentes au sommet de chaque dent.

Remarquez la section en forme de triangle équilatéral du tiers-point et sa position au cours de l'affûtage.

5. Apprenez à manœuvrer une scie.

La poignée et le haut du bras de la monture étant saisis à pleine main, imprimez à la scie un mouvement alternatif, de façon que la lame glisse dans son plan.

1. Le morfil est constitué par de fines particules d'acier qui restent au tranchant des arêtes affûtées.

2. Acier chromé : alliage d'acier et de chrome (métal).

Trois précautions sont à recommander :

1^o N'appuyez pas sur la monture : le poids de celle-ci suffit pour que les dents s'enfoncent dans le bois ; souvent même c'est quand on la « soulage », c'est-à-dire qu'on la soulève légèrement, que la scie va le mieux.

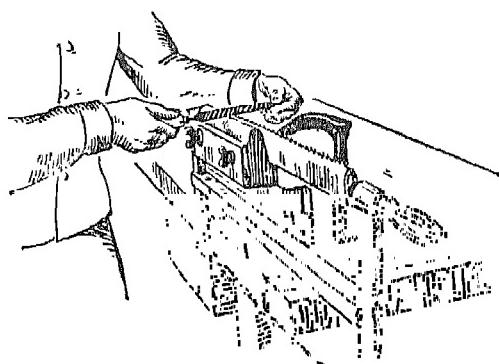


Fig. 8. — Affûtage d'une scie. La lame est serrée dans un étai spécial maintenu en place par le valet d'établi. On lime les arêtes des dents avec un limaçon-point, petite lime à section triangulaire équilatérale ; on le pousse perpendiculairement au plan de la lame, en ayant soin de l'appuyer sur toute la longueur de chacune des arêtes qu'il attaque ainsi de ne pas déformer les dents ; et on le déplace toujours dans le même sens (sens de la flèche), (fig. 7) lorsqu'on passe d'une dent à la suivante.

de temps à autre, avec une graisse solide (couenne de lard, par exemple) ; bien qu'elle ait une voie normale et que vous vous efforcez de la tenir bien droite dans son trait, elle frotte toujours un peu contre le bois.

4^o Et, le travail achevé, détendez la lame pour éviter les déformations de la monture, surtout lorsque la tension est obtenue avec une corde, dont la matière est sensible aux variations hygrométriques (c'est-à-dire à la plus ou moins grande quantité de vapeur d'eau dans l'air) ; elle se raccourcit lorsque l'air est sec, et se tend alors si fortement qu'un brin peut casser.

B. — Les scies du menuisier.

Selon le genre de sciage qu'il exécute, le menuisier emploie des scies qui diffèrent les unes des autres par leur monture et leur denture.

Les unes ont une lame fixe dans la monture : *scie à tenons* et *scie à araser*.

Les autres ont une lame mobile par rapport à la monture : *scie à refendre*, *scie à chantourner*.

2^o Maintenez la monture dans le plan de la lame, afin qu'elle ne penche ni vers votre droite, ni vers votre gauche : sinon la lame frotte énergiquement contre une face latérale du trait de scie ; et vous peinez inutilement en faisant du mauvais travail.

3^o Graissez la lame

1. Scies à lame fixe dans la monture.

a) La scie à tenons, comme son nom l'indique, sert surtout pour

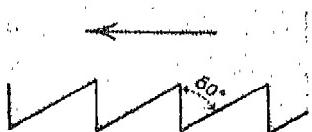


Fig. 9. — Denture de scie à tenons et de scie à araser. C'est une denture couchée. Le bois n'est attaqué que lorsqu'on pousse la scie en avant, (dans le sens de la flèche).

scier les joues des tenons, dans le sens des fils du bois : (longueur : 90 cm environ).

Les dents ont la forme de triangle rectangle (fig. 9), le champ d'attaque étant perpendiculaire à la ligne des pointes; aussi ne coupent-elles que lorsqu'elles sont poussées dans le sens de la flèche.

On tient la scie d'une main,
les pointes des dents dirigées en avant.

b) La scie à araser (fig. 10) ressemble beaucoup à la précédente. Elle est plus courte (60 cm environ), sa monture est plus légère et sa denture plus fine, ce qui permet des sciages de précision.

Elle sert à couper le bois de travers, c'est-à-dire perpendiculairement aux fibres, comme c'est le cas pour les arasements des tenons et le tronçonnage des bouts (fig. 11).

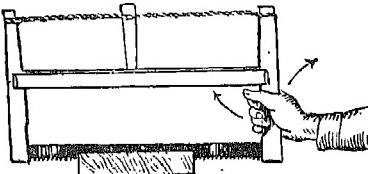


Fig. 10. — Scie à araser. La scie à tenons a une monture de forme semblable, mais elle est plus grande et sa denture plus forte. La scie doit être légèrement soulevée quand on la pousse en avant, et soulevée davantage quand on la tire en arrière (ainsi que les flèches l'indiquent).

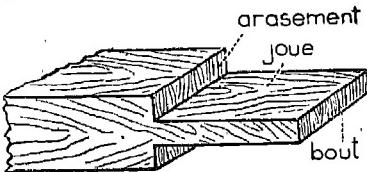


Fig. 11. — Tenon. Les joues sont faites avec la scie à tenons et les arasements avec la scie à araser.

2. Scies à lame mobile par rapport à la monture.

a) Scie à refendre. L'extrémité de chaque bras est renforcée afin de recevoir un tourillon, qui peut tourner autour de son axe (fig. 12) ;

l'un d'eux se prolonge par une poignée. La lame est fixée aux tourillons par des rivets.

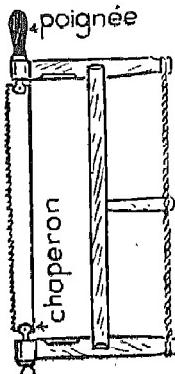


Fig. 12. — Scie à refendre. La lame peut être tournée et disposée par exemple perpendiculairement au plan de la monture.

Sa denture est semblable à celle de la scie à tenons.

Elle est employée pour les sciages en ligne droite, dans le sens du fil du bois. On la tient *verticalement*, à pleines mains, la droite saisissant la poignée et la main gauche la partie supérieure du sommier ; on lui imprime un mouvement alternatif vertical, la coupe n'ayant lieu que pendant la descente.

b) Scie à chantourner. Elle est montée comme la scie à refendre, mais sa lame est étroite (5 mm) et sa voie large, ce qui permet de suivre des *travaux courbes*.

3. Scies sans monture.

Elles sont assez épaisses pour être rigides sans être tendues. Telles sont :

a) la scie égoïne (fig. 13), utilisée notamment par les charpentiers et par les jardiniers pour ébrancher les arbres ; (une monture serait souvent gênante).

b) le passe-partout (fig. 14), dont la longueur varie de 1 à 2 mètres. Il sert aux bûcherons pour le tronçonnage des grumes.



Fig. 13. — Egoïne. Scie courte dont la monture se réduit à une poignée ; sa denture est fine.

large, tendue sur une monture en fer munie d'une poignée.

poignée.



Fig. 14. — Passe-partout, utilisé pour le tronçonnage des grumes. Longueur 1,5 mètre à 2 mètres. Sa monture se réduit à deux poignées, ce qui permet à deux hommes de la manœuvrer.

Les sommets des dents rayent le métal, arrachent une fine lamination ; le trait de scie s'approfondit peu à peu et coupe la barre.

C. — Scie des ajusteurs mécaniciens.

C'est une lame en acier d'environ 40 centimètres de long, 2 de large, tendue sur une monture en fer munie d'une poignée. De petites dents sont taillées le long d'un bord (fig. 15).

Pour scier une barre de fer par exemple, on tient la poignée dans la main droite, l'autre bout de la monture dans la main gauche, et on manœuvre l'outil à la manière d'une lime, en lui imprimant une poussée rectiligne.

III. — RÉSUMÉ

1. Une scie est une lame mince en acier, dont un bord porte des dents pointues. Cette lame est flexible mais on lui donne de la raideur par la tendant fortement à l'aide d'une monture (bras, sommier, corde tendeuse et garrot).

2. Les pointes des dents sont écartées légèrement à droite et à gauche, ce qui donne de la voie à la scie.

3. Lorsqu'on manœuvre la scie, les pointes des dents grattent le bois, le rayent et en arrachent des particules qui forment la sciure.

4. La forme et les dimensions des dents dépendent de la quantité de sciure produite, quantité variable avec l'essence de bois, la dessiccation, le mode de sciage (un bois de fil ou en bois de travers).

5. Lorsque les pointes sont émoussées, la scie ne mord plus. On affûte les dents avec une lime en acier de forme triangulaire (*liers-point*).

6. Les principales scies utilisées en menuiserie sont :

a) les scies à lame fixe dans la monture : scie à débiter, scie à tenons, scie à araser.

b) les scies à lame mobile par rapport à la monture : scie à refendre et à chanterner.

c) les scies sans monture : égeline, passe-partout (surtout utilisées par le bûcheron).

7. Pour couper les métaux, les mécaniciens utilisent une petite scie à monture métallique.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Décrivez une scie à débiter les bûches et justifiez la nécessité de chaque pièce de la monture.

2. Comparez les dentures (formes, dimensions) des scies : à débiter, à tenon, passe-partout. — Pourquoi sont-elles différentes ?

3. Pourquoi la scie qui travaille produit-elle Fig. 15. — Scie à métaux. Scie à denture très fine qui de la sciure et non des copeaux ? peut être tendue à volonté grâce à l'écrou à oreilles.

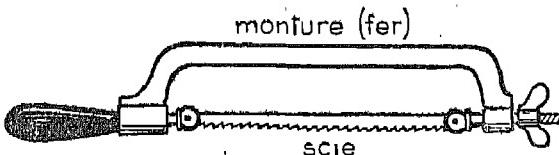
4. Quels sont les soins que réclame une scie :

a) pendant les périodes de repos (détente de la lame, affûtage) ?

b) pendant le travail (graissage, manœuvre sans appuyer) ?

5. Votre scie à débiter descend-elle bien droit dans la bûche que vous sciez, en laissant finalement une coupe plane ? C'est la preuve que la voie est régulière : autant à droite qu'à gauche.

Au contraire, le trait de scie a-t-il tendance à descendre plus vers la droite, et finalement la coupe est-elle gauche ? Quel défaut présente la denture ? Comment y remédier provisoirement ? (Retourner la pièce à scier bout pour bout, tous les dix traits de scie, en attendant que la voie soit régularisée).



49^e LECON

LE RABOT — LES AFFUTAGES

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Comparez la surface d'une planche venant de la scierie à celle d'une planche rabotée par le menuisier (*rugosité, planéité*). Rappelez comment on vérifie qu'une surface est plane : à l'aide d'une règle, ou en visant avec un œil.
2. Quels outils employez-vous à l'atelier du bois pour *dresser* la surface d'une planchette, ou *corroyer* un parallélépipède ?
3. Décrivez un rabot en vous aidant s'il y a lieu de la fig. 2 — Observez la position de l'arête tranchante du fer : a) par rapport à la semelle du fût ; b) par rapport au contrefer. Pourquoi est-elle ainsi disposée ?
4. Démontez le rabot, puis remontez-le en tenant compte des observations précédentes. Vérifiez que le fer est bien réglé en rabotant une planche. Comment « donne » -t-on du fer, c'est-à-dire comment augmente-t-on la saillie de l'arête tranchante sur la semelle ? Comment « retire » -t-on du fer.
5. Comparez au rabot le riflard et la varjope : dimensions du fût ; forme du fer.

II. — LECON

Les planches — que le menuisier et l'ébéniste achètent à la scierie où elles sont obtenues en débitant les grumes avec des scies mécaniques — ont des surfaces rugueuses et souvent plus ou moins gauches (tordues, bombées) (fig. 1).

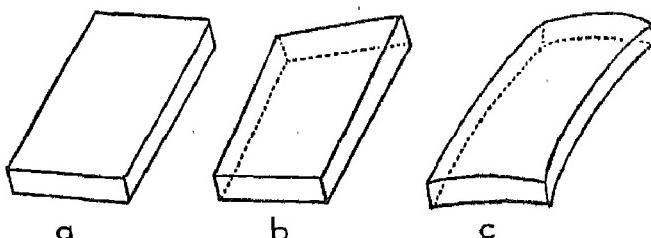


Fig. 1. — Les planches, débitées à la scierie dans les grumes, ne restent pas planes ; elles *gauchissent* plus ou moins, à la longueur, en séchant : a) planche légèrement tordue ; b) planche fortement tordue ; c) planche bombée.

Ils en tiennent des morceaux plus petits, capables des pièces qu'ils veulent fabriquer, soit avec la scie à refendre, soit avec une scie à

ruban¹; et leur premier soin est ensuite de les corroyer, c'est-à-dire d'en dresser les faces planes.

Ils utilisent à cet effet des outils tranchants qui n'attaquent que la surface du bois, en enlevant de minces copeaux. Ce sont, dans l'ordre où ils les emploient : le rillard, la varlope, le rabot, qui ne diffèrent guère que par leur taille. Nous étudierons d'abord le rabot, parce qu'il se trouve dans la plupart des boîtes à outils familiales.

A. — Le rabot.

1. Description.

Le rabot se compose de quatre pièces : le fer qui est la pièce essentielle puisqu'il porte l'arête tranchante qui détache les copeaux ; le contre-fer, le coin, et le fût (fig. 2 et 3).

Le fer est une plaque métallique, rectangulaire, de faible épaisseur, (2 mm), arriérée sur une face². L'un des bouts est taillé en biseau et présente de ce fait une arête tranchante en acier trempé dur (fig. 4).

Le contre-fer est une plaque de fer, auincie et incurvée à une extrémité, de même largeur que le fer, mais moins longue. On le pose sur celui-ci, son extrémité à une distance de 0,25 mm à 2 mm de l'arête tranchante, suivant la finesse du travail. Son rôle est de soulever le copeau dès qu'il est coupé, de le briser et d'éviter ainsi les éclats de bois.

Le fût est un parallélépipède rectangle en bois dur (cormier, charme, alizier). Vers son milieu, il est creusé d'une mortaise de forme compliquée

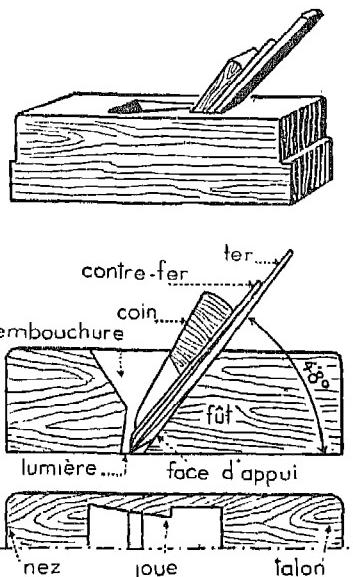


Fig. 2 et 3. — Rabot. En haut, vue perspective; plus bas, coupe et demi-plan. Décrivez cet outil en vous aidant de ces figures.

1. Voir la 66^e leçon.

2. Les lames des outils à couper le bois sont partie en fer, partie en acier trempé. Le fer donne de la résistance aux chocs. L'acier trempé sec est fragile, comme le verre, mais il est très dur : une arête tranchante en acier s'use, s'émousse bien moins vite que si elle était en fer.

destinée à recevoir le fer, le contre-fer et le coin : large en haut (*embouchure*), étroite en bas (*lumière*) ; la paroi arrière, plane, inclinée à 15° environ, constitue la *face d'appui* sur laquelle est appliquée le fer : chaque paroi latérale (*joues*) présente une *cavaille* destinée à recevoir le coin qui maintient en place fer et contre-fer sur la face d'appui.

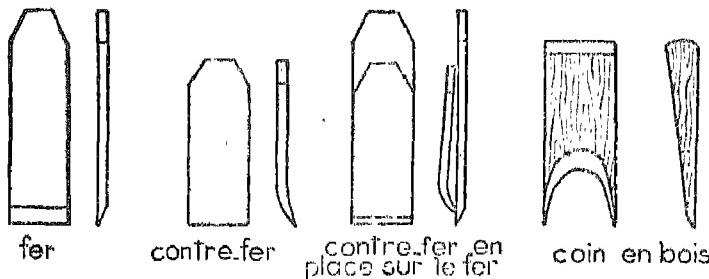


Fig. 4. — Le fer porte une arête tranchante du côté où la plaque est en acier trempé.
Le contre-fer est en fer; l'une de ses extrémités est biseautée et légèrement incurvée.

Le contre-fer est disposé sur le fer, son biseau à 1 1/2 ou 2 millimètres de l'arête tranchante du fer.

Le coin, en bois, présente une large échancreure pour le passage des copeaux : il maintient le fer et le contre-fer dans l'embouchure du fût.

Le coin (fig. 4) en bois dur, est échancre à sa partie inférieure pour livrer passage aux copeaux ; il doit être bien ajusté en longueur sans toutefois forcez contre les joues de l'embouchure ; en longueur, ses pointes ne doivent pas dépasser l'arrondi du contre-fer ; en épaisseur, il doit serrer plutôt à sa partie inférieure pour empêcher le fer de vibrer.

2. Montage et réglage du fer, du contre-fer et du coin.

1^o Pour démonter, tenez le fût dans la main gauche et frappez le talon avec un marteau, bien à plat, pour ne pas faire de marque.

2^o Pour remonter : de la main droite, prendre ensemble fer et contre-fer de manière que leurs arêtes soient décalées de 6 mm environ. De la main gauche, saisir le fût, le pouce logé dans l'embouchure ; le fer et le contre-fer sont mis en place et tenus contre la face d'appui par le pouce, ce qui libère la main droite.

Avec celle-ci, fixer le coin sur le contre-fer ; le serrage est terminé au marteau, qui rapproche en même temps les arêtes du fer et du contre-fer ; on laisse entre elles une distance d'autant plus petite que l'on veut un fini plus soigné.

La saillie du fer sur la semelle est réglée au marteau. On l'augmente, c'est-à-dire qu'on *donne du fer*, en frappant le bout du fer à petits coups. On la diminue (*on retire du fer*) en frappant avec le marteau sur le talon du rabot.

3. Maniement du rabot.

Le rabot est tenu de la main droite, en arrière du fer, entre le pouce et l'index, la main gauche placée à plat sur le nez du fût, en avant de l'embouchure qui reste libre pour le passage des copeaux.

N'appuyez sur l'outil ni au début ni à la fin de sa course et lancez-le vivement en avant. Il doit être réglé pour n'enlever qu'un copeau très mince.

4. Entretien du rabot.

a) Entretien du fer. — A la longue, le rabot ne coupe plus ou très mal. C'est que l'arête tranchante du fer s'use, s'émousse comme celle de votre canif. Il faut à nouveau la rendre aiguë, l'aiguiser ou, comme disent les menuisiers, l'affûter. A cet effet, le rabot est démonté et son fer aiguisé d'abord sur une *meule*, puis sur une *pierre à huile*.

Une meule (fig. 5) est un disque en grès, percé en son centre d'un trou (œil) dans lequel on scelle un arbre de fer, dont les extrémités reposent sur deux piliers ; cet arbre est muni, soit d'une manivelle, soit d'une poulie commandée par un moteur. La partie inférieure trempe dans l'eau d'une cuve, si bien que le biseau est constamment mouillé pendant l'affûtage : cette *précaution, indispensable*, empêche le tranchant de s'échauffer par frottement et par suite de se détremper.

Pour affûter le fer d'un rabot, on applique fortement son biseau sur une meule qui tourne. Il faut commencer par user l'arrière du biseau et n'atteindre que peu à peu l'arête tranchante sans modifier la position du fer : ce qui est facilité par une planche à encoches contre laquelle on appuie l'autre bout de l'outil.

On arrête l'affûtage à la meule lorsque le morfil est formé sur toute l'arête tranchante : ce sont de fines particules d'acier qui adhèrent encore à cette arête, et lui donnent un aspect argenté ; il faut les enlever, car elles nuiraient à la coupe.

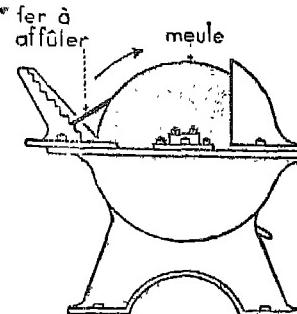


Fig. 5. — Meule en grès pour affûter les arêtes tranchantes des outils. La flèche indique le sens de rotation de la meule. Voyez comment est placé le fer à affûter.

Le morflage s'effectue sur une pierre à huile, bloc rectangulaire de grès¹ à grain très fin, encastré dans un bloc de bois.

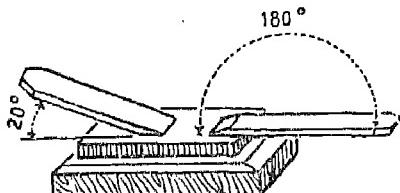


Fig. 6. — Morflage d'un fer de rabot sur une pierre à huile.

coups de marteau pour le démonter.

Graissez fréquemment la semelle, *dans le sens sécurité*, c'est-à-dire en commençant par le talon, pour éviter les coupures.

Quand vous cessez de vous servir de l'outil, couchez-le sur champ pour éviter que le tranchant ne se détériore.

5. Usage du rabot.

Le rabot est un outil de finition, il permet d'enlever des copeaux très fins, sur les surfaces de pièces en voie d'achèvement ; il fait disparaître les restes du tracé ; il replanifie et procède au dressage final.



Fig. 7. — Varlope. Remarquez la poignée et la grande longueur du fût.

B. Varlope et riflard.

1. La varlope.

C'est un très grand rabot, utilisé pour dresser les surfaces planes, (fig. 7).

Le fer a une arête tranchante *reciligne*, sauf aux coins où elle s'arrondit pour ne pas laisser de traces sur le bois.

Le fût porte une poignée, un peu en avant du talon.

La pièce à varloper est fixée sur l'établi. De la main droite, on saisit la poignée en conservant l'avant-bras dans le prolongement du fût ; la main gauche, à cheval

1. Un grès est une roche solide formée de petits grains de silice, collés les uns aux autres par une sorte de ciment naturel. Ces grains ont des arêtes vives, très dures, qui peuvent rayer l'acier le plus fortement trempé, et par suite l'usur par frottement, comme c'est le cas quand on astuce un outil sur une meule.

sur le nez, le serre entre le pouce et l'index. Les jambes sont tenues écartées le pied gauche en avant.

La varlope est manœuvrée en la maintenant horizontale, ce qui oblige à varier la pression des mains pendant la course (fig. 8).

2. Le riflard ou demi-varlope.

Fût plus court et plus étroit que celui de la varlope, arête tranchante légèrement éintrée, le riflard sert à ébancher le corroyage des planches, tandis que la varlope, qui enlève des copeaux plus minces, sert à le terminer.

C. — Ciseau - Bédane.

L'ébéniste ou le menuisier, qui a corroyé les diverses pièces d'un meuble, d'une porte, d'une fenêtre... doit ensuite les assembler. Il trace d'abord *mortaises et tenons*, aux cotés fixées par le dessin ; puis il les exécute : les tenons avec les scies à tenons et à araser, les mortaises avec les outils à creuser : ciseau et bédane.

1. Le ciseau de menuisier.

Description. — Il se compose de deux parties : la lame en fer et acier, et le manche en bois (fig. 9).

La lame est une plaque à section rectangulaire, en acier du côté du tranchant, en fer sur l'autre face qu'on appelle *planche*.

Le manche, en bois dur, est taillé à pans et arrondi au sommet, sur lequel le menuisier frappe à coups de maillet en bois. On le perce de trous de diamètres dégressifs (fig. 13), afin de pouvoir l'enfoncer à force sur la soie, sans qu'il se fende ; il vient ainsi s'appliquer sur l'embase qui l'empêche de s'enfoncer davantage.

Usage. — Le ciseau sert :

a) à aplatisir de petites surfaces : on le manie alors avec les deux mains, la droite tenant le manche, la gauche appuyant la planche du ciseau sur la surface.

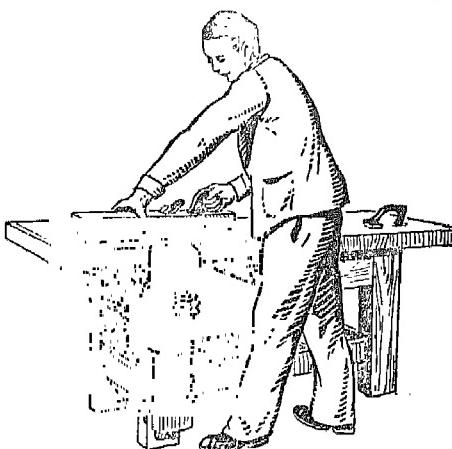


Fig. 8. — Tenue de la varlope pendant le travail.

b) à creuser des entailles : on tient le manche de la main gauche

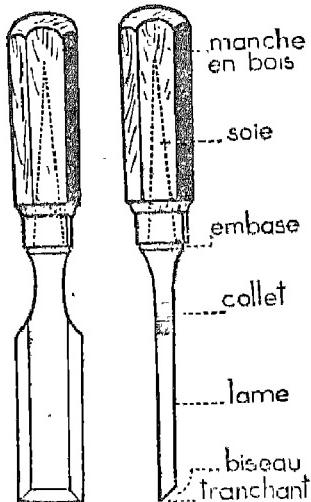


Fig. 9. -- Ciseau de menuisier. Il est fait de deux pâtres : la lame en fer et acier qui présente un biseau avec arête branquante, un collet, une embase et une soie ; et le manche en bois.

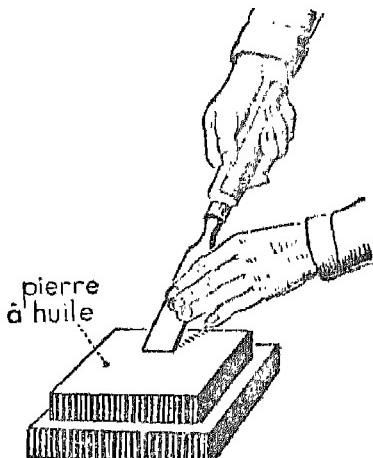


Fig. 10. -- Moulage d'un ciseau de menuisier sur une pierre à huile, après affûtement sur la meule.

et on frappe sur le bout avec le maillet ; grâce à l'arrondi, les coups portent toujours bien.

Entretien. — L'affûtage se fait selon les mêmes méthodes et avec les mêmes précautions que pour les outils de corroyage (fig. 10).

2. Le bédane de menuisier.

Sa forme générale est celle d'un ciseau ; mais sa lame (fig. 11) est plus étroite et beaucoup plus épaisse ; ses faces latérales sont légèrement dégralassées afin de ne pas frotter sur les joues des mortaises.

Le bédane sert uniquement à creuser les mortaises. On saisit le manche à pleine main gauche, le corps étant droit pour tenir l'outil vertical, puis on frappe de la main droite avec le maillet (fig. 12).

III. — RÉSUMÉ

1. Avec le rabot, la varlope, le riflard, le menuisier enlève des copeaux à la surface des planches pour la rendre lisse et plane.

2. Chacun de ces outils se compose d'un fût, parallélépipède en bois dur creusé d'une cavité où sont fixés un fer, un contre-fer et un coin. Le fût du rabot est court; celui de la varlope et du ristard, plus long, porte une poignée.

3. Le fût étant posé sur la planche à déganchir, on le saisit à deux mains et on lui imprime un mouvement rectiligne de va-et-vient.

Lorsqu'on le pousse, l'arête tranchante du fer enlève un copeau.

Le contre-fer empêche le fer de s'engager trop profondément dans le bois; il relève le copeau aussitôt formé, ce qui évite les éclats de bois.

Le coin sert à bloquer le fer et le contre-fer dans le fût.

4. L'entretien des affûtements consiste surtout à affûter le fer quand il est émoussé (moule et pierre à huile pour enlever le morafil) et à régler convenablement les positions du fer et du contre-fer.

5. Le ciseau et le bédane du menuisier sont des outils tranchants qui servent surtout à creuser des mortaises.

Chacun d'eux se compose d'une lame d'acier emmanchée. L'extrémité de cette lame est taillée en un biseau dont l'arête est aiguisee.

La lame du ciseau est plate et son arête tranchante grande. Celle du bédane est moins large et très épaisse.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

Questions. — 1. Le fût d'un rabot; faites-en un croquis et décrivez-le.

2. Expliquez le rôle du fût, du fer, du contre-fer et du coin dans un affûtement (rabot, varlope ou ristard).

3. Comment manœuvre-t-on les affûtements?

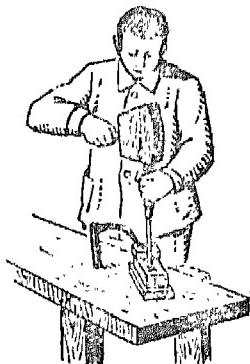


Fig. 12. — Tenue du bédane pour creuser une mortaise.

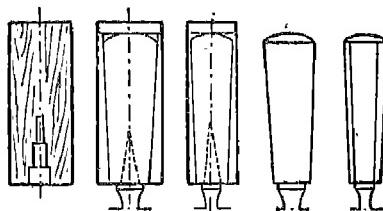


Fig. 13. — Fabrication d'un manche de ciseau ou de bédane. Expliquez les différentes phases du travail.

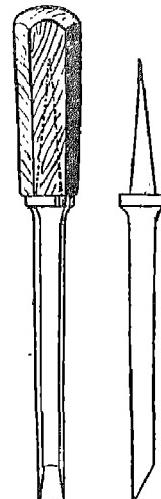


Fig. 11. — Bédane de menuisier. Comparez la forme de sa lame à celle d'un ciseau.

Comment enlève-t-on du fer à une varlope lorsqu'elle fait de trop gros copeaux?

Comment lui donne-t-on du fer quand elle n'attaque pas la planche ?

4. Comment affûte-t-on le fer d'un rabot ? A quel signe reconnaît-on qu'il faut cesser de meuler ? Qu'est-ce que le *morsil* ? Comment l'enlève-t-on ?

Exercices. -- 1. Exercez-vous à démonter un affûtage, à le remonter, à régler comme il convient la position du fer et du contre-fé.

Vous apprendrez à l'atelier à vous servir de ces outils et à contrôler votre travail.

2. Vérifiez que les copeaux sont mieux tranchés lorsque le mouvement du rabot ou de la varlope est rapide.

3. Avec le rabot, le menuisier n'enlève que des copeaux courts et très minces. Avec la varlope il détache des copeaux longs et plus épais.

Cette différence d'action n'explique-t-elle pas la différence des fûts ? Plus la masse du fût est grande et plus il est vivement lancé, plus il peut produire de travail. Comparez avec l'action d'un marteau.

4. Confectionner un manche de ciseau dans un bloc carré de bois dur (charme) (fig. 13). Percer une série de trous de diamètres dégressifs; enfoncez à force la scie de l'outil, tracer l'axe de l'outil, et la forme sur chaque face du bloc; exécuter (scie, rabot et râpe).

50^e LEÇON

BURIN — BÉDANE — LIMES

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Pourquoi le forgeron chauffe-t-il le fer avant de le marteler ? Citez des objets « bruts de forge » : outils de ménage, de jardinage, ferrures de portes, fenêtres, voitures, etc. Est-il nécessaire que ces objets soient exécutés avec une grande précision ?
2. Avec quels outils travaille-t-on le fer à froid ? Quels sont ceux avec lesquels on enlève des copeaux ? Ce mode de travail permet-il une grande précision ? Est-il rapide ?
3. Décrivez le burin : *corps, lame aplatie terminée par un biseau à arête courbante, tête conique, le tout en acier.*
- Le biseau seul est tranchant. Pourquoi ?
4. Quelles différences observez-vous entre un burin et un bédane ? Ne sont-elles pas justifiées par l'usage fait de chacun de ces deux instruments. Le bédane sert à faire des *saignées* (fig. 8) dans le métal, le burin à enlever le métal entre les saignées.
5. Observez une lime et décrivez-la (fig. 9). Comparez son action sur le métal à celle d'une scie sur le bois. Un coup de lime enlève-t-il beaucoup de métal ?
6. Dans quel ordre l'ajusteur utilise-t-il : le burin, le bédane, la lime ?

II. — LEÇON

Examinez la lame de votre canif. Elle tourne autoir de son axe sans jeu latéral, sans ballotter. C'est que la partie voisine du pivot a été ajustée, c'est-à-dire augmentée à être *juste* assez épaisse pour entrer à rottement doux dans le logement qui lui a été ménagé dans le manche.

De même, les branches des compas, les pannetons des clefs¹, les pièces des serrures, et d'une façon générale la plupart des pièces de machines bien construites sont ajustées avec soin aux dimensions fixées par les dessins d'exécution.

Or, si habile que soit un forgeron, il lui est impossible d'atteindre une telle précision. Les pièces forgées, qui doivent être assemblées avec d'autres, sont donc toujours ajustées ; elles présentent sur leurs faces un excès de métal que l'ajusteur-mécanicien enlève à *froid*, soit avec des outils à main, soit à l'aide de machines-outils.

1. Une clef comporte 3 parties : l'*anneau* qui sert à la saisir, la *tige*, le *panneton* qui entre dans la serrure.

Il en est de même des pièces de *fonte*, *cuivre* ou *bronze*, obtenues par fusion et coulée du métal fondu dans des moules, ou de celles, plus petites, que l'on découpe directement dans des barres ou des feuilles métalliques.

Pièces forgées, pièces moulées, pièces découpées sont des pièces brutes que l'ajustage transforme en pièces finies.

Les pièces brutes *ajustées à la main* sont dégrossies au *burin* et au *bédane*, et achevées à la *lime*¹.

A. — *Burin et bédane de l'ajusteur.*

1. Description.

Ce sont des outils tranchants qui servent à enlever des *copeaux* à la surface des pièces de métal (fig. 1).

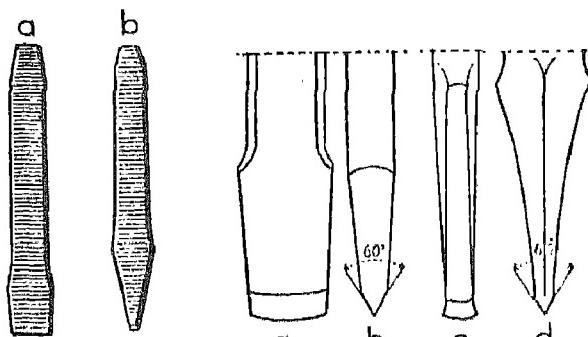


Fig. 1. — *Burin et bédane d'ajusteur mécanicien.*

Fig. 2. — Comparez l'arête tranchante (*a* et *b*) du *burin*, à celle (*c* et *d*) du *bédane*.

Ils sont forgés dans des barres d'acier *méplat*², à champs arrondis (2.4 à 11 mm), longs de 16 à 18 centimètres. Ils présentent un corps, une tête sur laquelle on frappe à coups de marteau et un biseau terminé par une arête

tranchante ou taillant.

Le taillant du burin est large, parce qu'il est parallèle aux plats ; celui du bédane, pris dans l'épaisseur, est étroit et dégagé sur les côtés (fig. 2).

2. Affûtage.

Tout ajusteur-mécanicien forge et répare lui-même ses outils. Après le forgeage, travail relativement facile, le biseau est trempé, puis affûté à la meule.

1. La *fonte* est un alliage de fer et de carbone contenant environ 4 % de carbone. Cet alliage a la propriété de fondre vers 1200°, ce qui permet de le couler dans des moules. Le *cuivre*, le *bronze*, le *laiton*, l'*aluminium* peuvent aussi être fondu et moulés.

2. Nous étudierons plus loin les machines-outils qui servent au travail du fer et qui permettent d'atteindre une grande précision.

3. *Méplat* = à section rectangulaire (épaisseur = 1/2 largeur environ).

L'angle de coupe (fig. 3) ou, en termes d'atelier la coupe, varie avec la dureté du métal à travailler. Plus il est petit, plus l'outil pénètre facilement, moins l'ouvrier fatigue, mais plus l'aiguète tranchante risque de se briser dès les premiers coups de marteau. Il faut, donc que l'angle de coupe soit assez grand pour que le biseau résiste aux chocs qu'il reçoit ; mais toute augmentation inutile de cet angle, en donnant à l'outil un surcroît de solidité dont il n'a pas besoin, diminue sa facilité de pénétration et par suite la vitesse du travail. La pratique a indiqué que les angles de coupe les plus convenables sont de 50° pour le cuivre, 60° pour le fer, 70° pour la fonte et le bronze. Un calibre, placé près de la meule, permet le contrôle de la coupe au cours de l'affûtage (fig. 4).

3. Maniement du burin et du bédane.

La pièce à dégrossir est serrée entre les mors de l'étau, la surface à travailler horizontale autant que possible.

L'ajusteur se place devant l'étau, pied gauche à quelques centimètres du pied de l'étau, pied droit en arrière, le corps légèrement de côté et bien d'aplomb (fig. 5).

La main gauche tient le burin et en applique le tranchant sur la pièce, convenablement incliné pour pénétrer dans le métal et enlever un copeau d'épaisseur uniforme, 1 millimètre environ (fig. 6 et 7).

La main droite, tient le marteau vers l'extrémité du manche et le manœuvre, sans que l'épaule bouge, avec le poignet et le bras seulement (fig. 5).

Un bon ajusteur arrête le burinage lorsqu'il ne reste plus que $\frac{1}{2}$ millimètre de métal à enlever, et il achève l'ajustage à la lime.

REMARQUES. --- 1. Le biseau seul de ces outils est trempé ; car il doit être très dur pour pénétrer dans le métal sans s'émousser ; mais il est alors assez fragile ; il s'ébréche facilement, sous l'action d'un coup de marteau maladroit par exemple. Si tout l'outil était trempé, il se briserait trop souvent.

1. Si l'outil est trop vertical, le biseau s'enfonce trop dans le métal ; s'il est trop incliné, il ne s'enfonce pas assez.

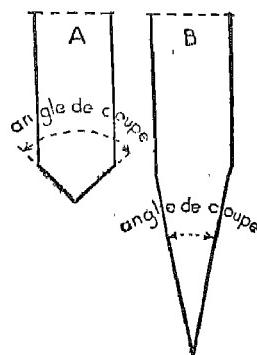


Fig. 3. — Angles de coupe d'un burin ou d'un bédane.
A : trop grand ; B : trop petit. Pourquoi ?

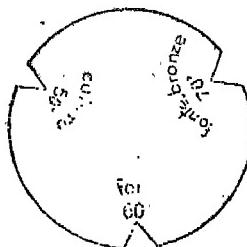


Fig. 4. — Calibre pour l'affûtage des burins et bédane.

2. L'ajusteur utilise le bédane pour faire des *saignées*, rainures peu larges,

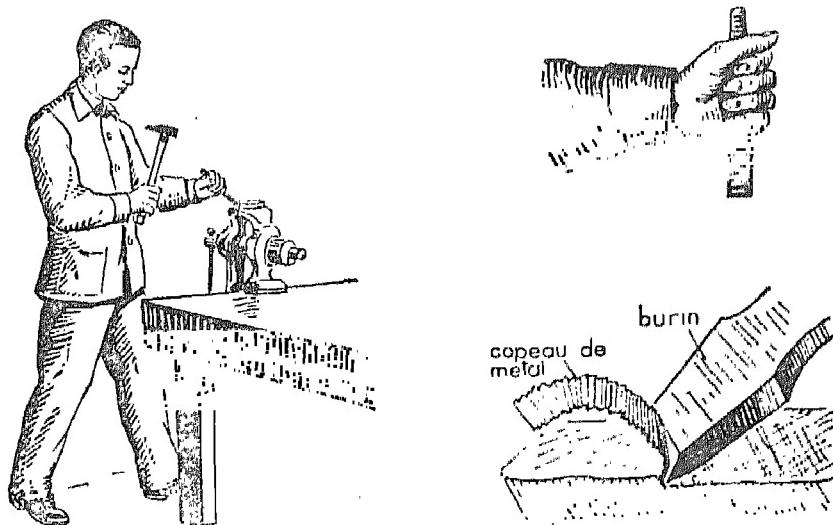


Fig. 5. — Tenue de l'ajusteur qui se sert d'un bédane ou d'un tour.

Fig. 6. — Il tient l'outil à pleine main, poing opposé aux autres doigts.

Fig. 7. — Le burin (ou le bédane) enlève un copeau de métal d'épaisseur uniforme, environ 1 millimètre.

mais profondes dans le métal à enlever ; puis il enlève au burin les parties laissées entre les saignées (fig. 8).

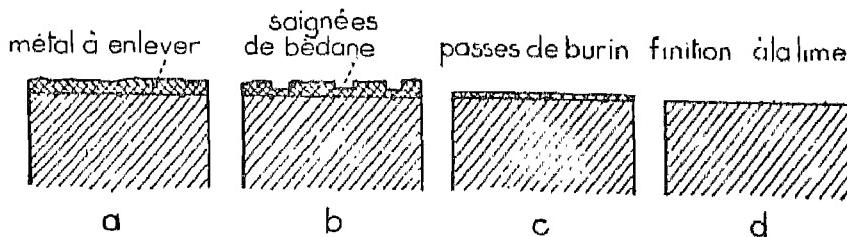


Fig. 8. — Schéma du travail de l'ajusteur mécanicien.

- Le tracé limite l'épaisseur de métal à enlever.
- L'ajusteur pratique d'abord des *saignées* au bédane.
- Il enlève ensuite au burin les bandes entre les saignées.
- Il achève à la lime, jusqu'au tracé.

B. -- Les limes.

1. Description d'une lime ordinaire.

C'est une lame en acier trempé, à section rectangulaire, dont une extrémité est filée en pointe, la *soie*, s'enfoncée dans un manche en bois (fig. 9).

Les faces portent des stries régulièrement espacées, taillées à coups de burin, soit à la main, soit à la machine. Les plats en ont deux séries, qui se croisent, ce qui détermine des dents disposées en quinconce. Chaque dent présente une pointe très dure capable de *rayer* le métal à travailler et par suite de l'user.

Un des champs porte une seule série de stries (taille simple), l'autre en est généralement dépourvu.

2. Maniement de la lime.

La figure 10 montre comment on tient une lime. La pièce à ajuster est serrée dans un étau, à *hauteur du coude*. La main droite tient le manche, la gauche le bout de la lime, à laquelle elles impriment un mouvement de va et vient, en n'appuyant sur la pièce que pendant la poussée (fig. 11).

Chaque dent rase le métal et les multiples raies ainsi formées au cours de la poussée détachent une pincée de limaille.

L'habileté de l'ajusteur consiste à user la surface lissée juste où il faut et autant qu'il faut; ce qui exige un apprentissage sérieux que vous commencez à l'atelier de l'École.

3. Les limes sont de formes et de dimensions très diverses.

Suivant les surfaces à ajuster, (petites ou grandes, planes ou courbes, à l'*extérieur* de la pièce ou à l'*intérieur* de cavités, à peine dégrossies ou presque ache-

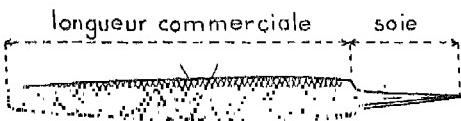


Fig. 9. — Lime. Elle comprend: la partie taillée et la soie. Vous voyez ici une face de la lime qui porte une double taille: deux séries de stries dans deux directions différentes.

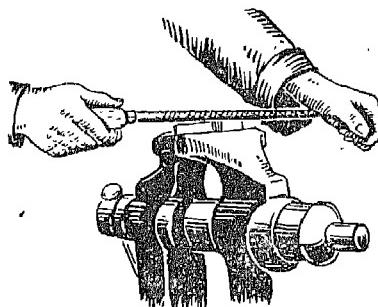


Fig. 10. — Tenue de la lime : à deux mains, horizontalement.

vées...) les limes sont à section rectangulaire, carrée, triangulaire, demi-ronde, ronde, etc., (fig. 12).

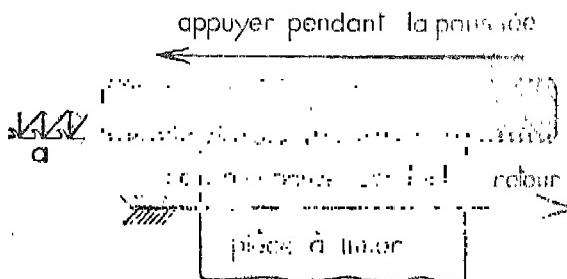


Fig. 11. — Mode d'action d'une lime. Chaque dent a une face perpendiculaire à la surface éclairé (a). A chaque coup de lime en avant, les dent roulent la surface, et en détachent des grains de métal : une pincée de limaille tombe.

est lisse et le tracé atteint à quelques centimètres de

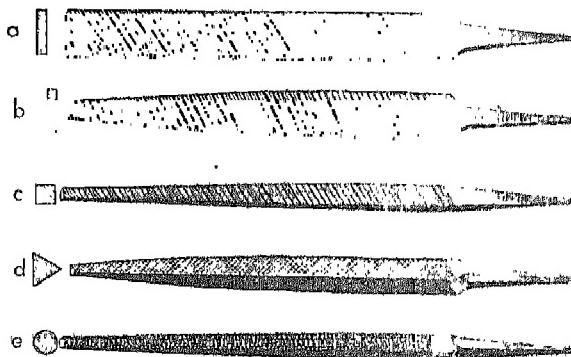


Fig. 12. — Limes diverses. Selivant le travail à effectuer, l'ajusteur emploie des limes différentes par leurs dimensions, formes, rudesse de taillé.

- a) Lime plate.
- b) Lime plate pointue.
- c) Lime carrée.
- d) Tiers-point.
- e) Lime ronde.

des lames d'acier trempé portant des dents aiguës sur leurs surfaces de tailles rudes, douces, très douces.

Une lime rase le métal et en enlève de fines particules (limaille).

5. L'ajusteur, après avoir travaillé au bédane et au burin, finit d'ajuster une surface avec des limes de plus en plus douces.

Les limes grosses ont de très grandes, de très courtes dents ; elles sont à taille rude (taille forte par centimètres) ; les limes fines sont à taille moyenne ou douce (taille douce, plus de 30 dents au centimètre).

A mesure qu'il approche du travail, l'ajusteur emploie des limes de plus en plus douces, qui enlèvent de moins en moins de métal : finalement la surface millimétrique sera.

III. — RÉSUMÉ

1. Pour terminer une pièce brûlée de longe ou démolie dans une barre métallique l'ajusteur utilise successivement : un bédane, un burin, des limes de plus en plus douces.

2. Le burin est en acier : il présente un biseau avec arête tranchante qui permet d'enlever des copeaux de métal.

3. Le bédane ressemble en gros au burin ; mais son arête tranchante très étroite sert à faire des saignées profondes dans le métal à enlever.

4. Les limes sont ressemblent en gros au burin ; mais son arête tranchante très étroite sert à faire des saignées profondes dans le métal à enlever.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

Questions. — 1. Faites le croquis d'un burin avec les cotes principales et décrivez-le ?

2. Comparez un louria et un bédane aux points de vue forme et usage.

3. Comment répare-t-on un burin dont le tranchant est ébréché ?

4. Quel est le mode d'action d'une lime ? Coupe-t-elle ou arrache-t-elle le métal en le grattant ? Justifiez le grand nombre de dents qu'elle porte sur chaque face ?

Exercices. — Vous vous exercerez à buriner et à limer à l'atelier du fer.

a) Les saupiquets ou bédane doivent être parallèles et laisser entre elles une languette de 12 à 15 millimètres.

b) Par le burinage, approcher le plus près possible du trait et ne laisser nulle part plus de 0,5 millimètre à enlever à la lime.

c) Les copeaux détachés au bédane ou au burin auront au maximum 1 millimètre d'épaisseur.

51^e LEÇON

LES SOUDURES FER A SOUDER — LAMPE A SOUDER

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Examinez une boîte de conserve vide, une mesure de capacité pour le lait, un broc en zinc ou en fer galvanisé... etc. Comment cet objet a-t-il été fabriqué ? Reconnaissiez les lignes suivant lesquelles les feuilles métalliques ont été soudées.
2. Chauffez fortement une botte de conserve vide le long d'une ligne de soudure. Que se passe-t-il ?
3. Examinez les robinets des canalisations d'eau, de gaz. De quel métal sont-ils faits ? Comment sont-ils fixés sur les tuyaux de plomb ?
4. Rappelez ce que l'on entend par

décapet un métal.

Décappez la surface d'une lame de cuivre en la grattant ou en la frottant. Puis chauffez-la. Conserve-t-elle sa couleur rouge ? Mettez sur la lame chauffée une pincée de sel ammoniaque en poudre. Observez et décrivez. Complétez l'expérience comme l'indique la figure 3.

5. Décrivez un fer à souder. Chauffez sa tête, décappez le biseau en le frottant, très chaud, sur la pierre à ammoniaque, étanchez-le en le frottant sur une baguette de soudure.
6. Décrivez la lampe à souder (fig. 8).

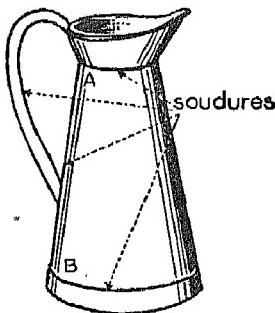


Fig. 1. — Ce broc en zinc comporte de nombreuses soudures.

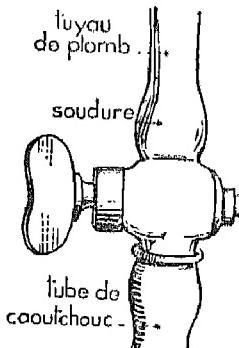


Fig. 2. — Le robinet à gaz en laiton, est soudé au bout du tuyau de plomb.

II. — LEÇON

À côté des ferronniers, des ajusteurs-mécaniciens... qui travaillent les métaux en masses plus ou moins volumineuses, d'autres ouvriers sont spécialisés dans le travail des métaux en feuilles minces ou en tubes : chaudronniers, ferblantiers, plombiers, etc. Dans

tous ces métiers, les soudures jouent un rôle capital (fig. 1 et 2).

Il vous arrivera plus tard d'avoir à boucher un trou dans un ustensile ménager : casserole en fer blanc, lessiveuse en fer galvanisé, arrosoir en zinc, etc. Apprenez donc à faire une bonne soudure.

A. — Les soudures.

1. Qu'est-ce qu'une soudure ?

Expériences. 1. Posons un grain d'étain sur une lame de cuivre écaillée. Il fond et forme un globule qui reste à la surface du cuivre sans s'étaler.

2. Ajoutons une pincée de sel ammoniac à la poudre et, avec une baguette en fer ou en cuivre, étalons à la fois le sel et l'étain liquide (fig. 3) :

a) La couleur rouge du cuivre apparaît bientôt : ce métal est décapé par le sel, c'est-à-dire nettoyé de la couche d'oxyde qui le ternissait, qu'il recouvrira comme une cappe.

b) Le globule d'étain s'étale et adhère au cuivre dont il devient inséparable. Il s'est formé un alliage superficiel de cuivre et d'étain ; le cuivre est étamé.

3. Éturons de même une autre lame (ou un fil) de cuivre. Et quand elle est encore

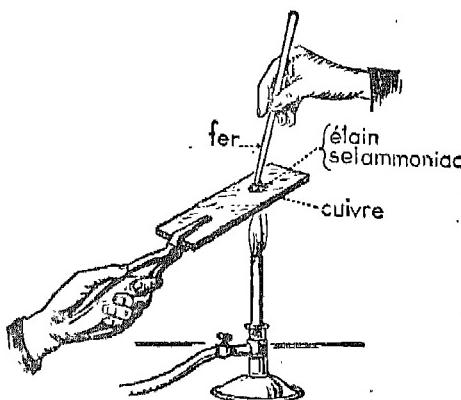


Fig. 3. — La lame de cuivre s'étame, c'est-à-dire se recouvre d'une couche d'étain très mince et très adhérente.

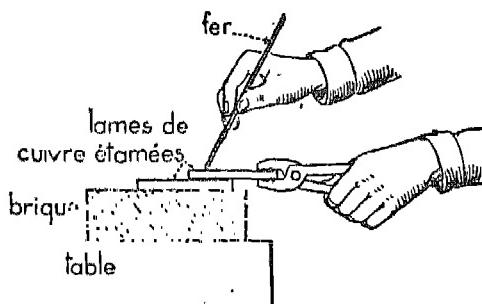


Fig. 4. — Soudure de deux lames de cuivre. Les parties étamées des deux lames sont appliquées fortement l'une contre l'autre, l'une d'elles étant encore très chaude. L'étain fond, puis se solidifie en refroidissant. Les deux lames sont alors soudées.

1. Le sel ammoniac est un corps composé de chlore et d'ammoniac, appelé chlorure d'ammonium par les chimistes. Il se présente en blocs solides, blancs ; il ressemble à une pierre de silex, d'où le nom de pierre d'ammonias que lui donnent les artisans.

bien chaude, appliquons-la vivement sur l'autre lame, les deux parties étamées en contact (fig. 4). Une fois refroidies, les deux lames sont soudées, c'est-à-dire collées l'une à l'autre par la couche d'étain qui s'est solidifiée.

Souder, c'est donc coller ensemble deux pièces métalliques, en interposant entre elles une couche de métal fondu, qui se solidifie en refroidissant.

Le mot **soudure** désigne : ou bien le métal d'apport qui réunit les deux pièces, ou bien le travail de celui qui soudé, ou enfin le travail achevé.

2. Pour réussir une soudure, décapez parfaitement les surfaces à souder.

Il est indispensable qu'elles soient d'une propreté absolue, que le métal mis à nu brille.

Commencez par gratter ou limer les surfaces à étamer pour enlever complètement la couche d'oxyde. Puis, afin d'éviter leur oxydation pendant qu'on les chauffe, enduisez-les d'un décapant, variable suivant la nature du métal à souder ; les plus employés sont :

<i>Solution de chlorure de zinc (ou acide décomposé,)</i>	<i>pour le cuivre</i>
<i>— aride chlorhydrique,</i>	<i>pour le zinc</i>
<i>— chlorure de zinc additionné de sel ammoniac,</i>	<i>pour le fer</i>
<i>Résine en poudre,</i>	<i>pour le fer-blanc</i>

On vend dans les drogueries, quincailleries, des pâtes à souder dont l'usage est commode pour décapier à chaud les surfaces à souder.

3. Et employez une bonne soudure.

Le métal d'apport qui réunit les surfaces à souder (c'est à dire la *soudure*) est un alliage de plomb et d'étain¹ :

Soudure des ferblantiers : 2 parties d'étain + 1 partie de plomb

Soudure des plombiers : 1 partie d'étain + 2 parties de plomb

La première fond vers 180°, coule bien et, par capillarité, s'introduit dans les petits interstices si les sont décapés.

La seconde devient pâteuse avant de fondre (vers 250°) ce qui facilite le travail du plombier.

1. L'étain fond à 232°, le plomb à 327°, le zinc à 420°, l'alumineux à 918°, le cuivre à 1 083°, le fer vers 1 500°.

Remarquez que la soudure des ferblantiers fond à une température plus basse que l'étain pur.

Les soudures se vendent sous forme de baguettes plus ou moins grosses, suivant l'usage qui doit en être fait.

B. — *Le fer à souder.*

1. Il est commode de se servir d'un fer à souder.

C'est un bloc de cuivre, taillé en coin et terminé par un biseau aigu ; il est fixé à une tige de fer que l'on tient à l'aide d'une poignée en bois (fig. 5).

Pourquoi du cuivre et non du fer, comme semble l'indiquer le nom de l'outil ?

- le cuivre chaud se décape bien au contact du sel ammoniac ;
- il s'élaigne ensuite facilement au contact de la baguette de soudure ;
- il est bon conducteur de la chaleur : il s'échauffe uniformément dans toute sa masse et cède rapidement sa chaleur aux corps froids qu'il touche.

Pourquoi cette forme : grosse tête, bec mince et biseauté ? Le fer, retiré du feu, doit rester chaud un temps suffisant pour pratiquer une soudure ; plus la tête est grosse, plus elle conserve longtemps la chaleur qui maintient le bec à bonne température. Quant au biseau, il faut qu'il soit mince pour qu'une fois décapé, élamé et frotté contre une baguette de soudure, il n'en emporte qu'une goutte que l'artisan pose et étale où il en est besoin.



Fig. 5. — Décrivez ce fer à souder.

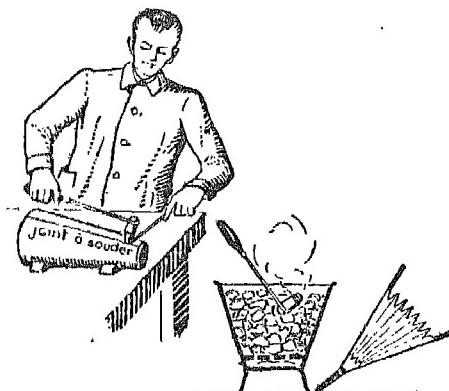


Fig. 6. — Observez ce ferblantier qui fait une soudure.

Pourquoi a-t-il deux fers ?
Comment pose-t-il son fer sur le feu à charbon de bois ?

- On utilise aussi d'autres soudures, notamment des laitons, de l'argent, etc.

REMARQUE. — En raison de la forme des foyers, le bœuf échauffe et se refroidit moins vite que le fer et le ferblantier qui le manipule est donc plus chaud du foyer. Voile pour que le bœuf échauffe également l'herdier il faut en plonger le bœuf hors du feu (fig. 6).

2. Observez le ferblantier qui fait une soudure.

1^o Il chauffe son fer à souder dans une fosse de charbon de bois, ou dans la flamme d'un bœuf Hansen ou d'une bûche de bois. Pendant ce temps il prépare les surfaces à souder au point de la lame d'onde.

2^o Il décape le biseau du fer en le battant avec du sel ammoniac (ou pierre d'ammoniaque) (*drys chawl*, battage ; *psud chawl* : collage ; *chawl à point* : lame d'onde), le ferroux ayant la couleur rouge du cuivre¹.

3^o Il étame ce biseau, en cerasant avec lui une molette de soudure et la frottant sur la pierre.

Il passe le biseau sur la baguette de soudure, qui touche à son contact ; une goutte adhère au fer.

4^o Il étame les surfaces à souder (*psud chawl*, lame nettoyées) en étalant sur elles la goutte de soudure et un peu de ce liquide ou solide.

5^o Il applique les surfaces étamées l'une contre l'autre dans la position qu'elles doivent avoir, et pose le fer à souder chaud sur les lignes de jonction : la soudure fond, adhère aux deux surfaces ; et, en se solidifiant par refroidissement, les unit l'une à l'autre.

REMARQUE. — Si l'on n'a pas de bœuf Hansen, mais dans un ustensile (arrosoir, cu-serde, etc.), il suffit d'enfoncer le fer dans le bœuf, puis d'apporter une goutte de soudure avec le fer et de coller aux deux extrémités de la lame.

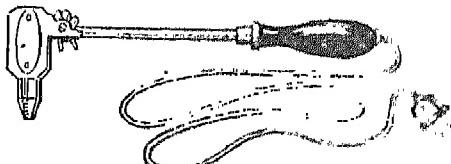


Fig. 7. — Fer à souder électrique, avec sa prise de courant. Des fils chauffants sont logés dans la tête du fer.

Fig. 8. — Le fer à souder électrique.

3. Le fer à souder électrique.

Cet appareil électrique possède toutes à l'intérieur des éléments chauffants, qui reposent à l'intérieur du manche et de la poignée, les relient aux broches d'une prise de courant (fig. 7).

1. Le sel ammoniac se décompose en gaz gazeux et vif, l'oxyde qui se forme à la surface du biseau est détruit par ces deux gaz.

Lorsque le courant passe, les résistances s'échauffent et maintiennent le biseau à une température voisine de 300°, convenable pour l'exécution de soudures.

Le fer à souder électrique dispense donc d'avoir un foyer ; il économise le temps, parce qu'il évite d'avoir à réchauffer le fer.

C. — La lampe à souder.

1. Les plombiers s'en servent pour souder les tuyaux de plomb.

Il faut chauffer ces tuyaux sur une assez grande longueur et faire fondre une grande quantité de soudure. Un fer à souder ne peut apporter la quantité de chaleur

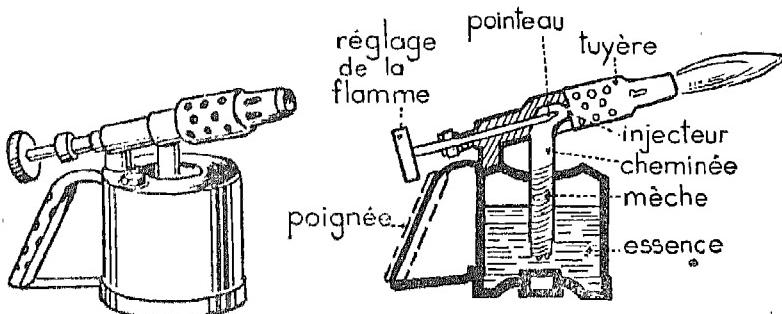


Fig. 8. — Lampe à souder. A gauche, vue d'ensemble. A droite, coupe montrant l'intérieur de la lampe.

nécessaire ; il faut une flamme très chaude, facile à déplacer ; c'est la *lampe à souder* qui la fournit (fig. 8).

Description. — Un réservoir cylindrique à paroi épaisse, en laiton, contient de l'essence minérale, liquide très volatil et combustible excellent. Le couvercle porte un orifice de remplissage fermé par un bouchon à vis avec levier. Il est traversé en son centre par un tube, ou *cheminée*, muni d'une mèche qui descend jusque près du fond. Et il est déprimé en forme de cuvette autour de ce tube.

En haut, le tube se termine par un *injecteur* dont l'étroite ouverture peut être fermée, ou plus ou moins ouverte, par un *pointeau*, que l'on manœuvre à l'aide d'un bouton en bois.

Une tuyère cylindrique en tôle perforée entoure l'injecteur.

Le plombier tient cet appareil par une poignée isolante.

Fonctionnement. — Le réservoir est rempli aux trois quarts d'essence et l'injecteur est fermé.

Le plombier enflamme un peu d'essence dans la cuvette du emperelle. La chaleur se communique aux parois du réservoir : l'essence se vaporise, la pression de la vapeur s'accroît.

Lorsque la flamme est sur le point de s'éteindre, l'artisan ouvre légèrement l'injecteur. La vapeur d'essence jaillit dans la tuyère, s'enflamme, chauffe à son tour les parois de la lampe. Le jet de vapeur devient plus vif et entraîne l'air qui entre par les trous ; il brûle au sortir de la tuyère.



Fig. 9. — Toupie extensible. Elle sert à élargir l'extrémité des tuyaux de plomb.

Le plombier règle la flamme en agissant sur le pointeau ; elle devient bruyante, bleuâtre, très chaude.

2. Comment le plombier soude-t-il deux tuyaux bout à bout ?

Avec une toupie extensible, ronde en bois ou en métal, il évase le bout de l'un d'eux. Il arrondit les bords de l'autre avec une râpe, sorte de grosse lime à dents espacées ; puis il enboîte le second dans le premier (fig. 9 et 10).

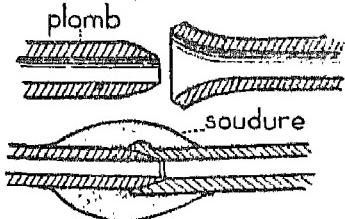


Fig. 10. — Soudure de deux tuyaux de plomb bout à bout. C'est avec une lampe à souder qu'on soude les bouts après les avoir emmanchés l'un dans l'autre.

A la flamme de sa lampe, il chauffe les tuyaux sur une assez grande longueur, décapte leur surface en les enduisant de suif, approche le bout d'une baguette de soudure qui devient pâleuse, en forme un boutrelet épais autour du joint, puis l'étale et la lisse avec un tampon de toile suifée, en la réchauffant de temps en temps avec la flamme.

III. — RÉSUMÉ

1. Souder, c'est coller ensemble deux feuilles métalliques en interposant entre elles une couche de métal fondu qui se solidifie en se refroidissant. Cette couche de métal constitue la soudure.

2. Les soudures les plus employées sont des alliages de plomb et d'étain.

3. Il est indispensable que les deux surfaces à souder soient parfaitement décapées et d'une propreté absolue.

4. Le fer à souder se compose d'un bloc de cuivre porté par une tige de fer emmanchée elle-même dans un manche en bois. On le chauffe, on décape son

biseau sur une pierre d'ammoniac, on passe ce biseau sur une baguette de soudure, on transporte une goutte de soudure sur les pièces à souder.

6. Les plombiers utilisent une lampe à souder : c'est une grosse lampe à essence, qui donne une flamme très chaude, réglable à volonté, avec laquelle on chauffe les tuyaux de plomb à souder et la soudure qui doit les réunir.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

- Questions.
- * 1. Qu'est-ce que souder deux pièces métalliques ?
 - * 2. quel sont les trois sens du mot soudure ?
 - 3. Qu'est-ce que la soudure des ferrantiers, des plombiers ?
 - 4. A quelle condition peut-on réussir une bonne soudure ? Comment peut-on décapier une surface métallique : à froid, à chaud ?
 - 5. Décrivez un fer à souder et justifiez les matériaux dont sont faits la tête, le manche, la poignée ?
 - 6. Comment exerce-t-on une soudure à l'aide d'un fer ?

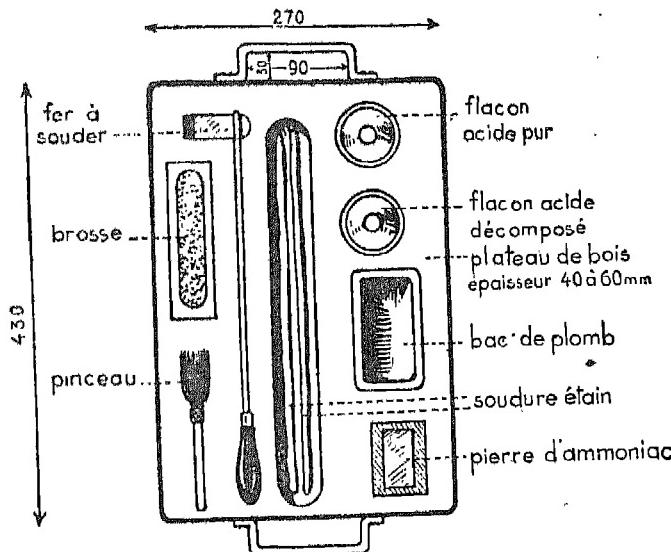


Fig. 11. -- Nécessaire à souder. Tout l'outillage nécessaire pour souder est porté par un plateau épais en bois, muni de deux anses.

- 7. Décrivez une lampe à souder.
- 8. Comment chauffe-t-on un fer à souder ? Pourquoi utilise-t-on du charbon et non du bois ? Le charbon de bois ne donne pas de flamme ou une flamme très courte et bien propre. Le bois au contraire, donne une flamme plus ou moins fumeuse, qui saurait le biseau et l'empêcherait ensuite de s'étamer facilement.

Pourquoi place-t-on la tête du fer dans la partie la plus chaude du foyer, et le bec du fer en dehors du foyer ? Le bec, s'échaufferait trop vite, parce qu'il est peu volumineux, beaucoup plus vite que la tête qui n'en possède pas une réserve de chaleur suffisante.

Exercices. - 1. Exercez-vous à faire une soudure avec un fer à souder ; à boucher, par exemple, un petit trou d'une cassette ou fer à clou.

2. Avec le fer blanc d'une boîte à conserve hors d'usage, essayez de fabriquer un petit entonnoir.

3. Il est commode de disposer, dans chaque famille, d'un nécessaire à soudre (fig. 11), comprenant :

un plateau de bois, muni d'anses pour son transport, et dans lequel sont creusés les logements de l'outillage, à savoir :

un fer à souder;

des baguettes de soudure;

une pierre d'ammoniac;

un flacon d'acide chlorhydrique;

un flacon de chlorure de zinc;

une brosse à poils métalliques;

un pinceau;

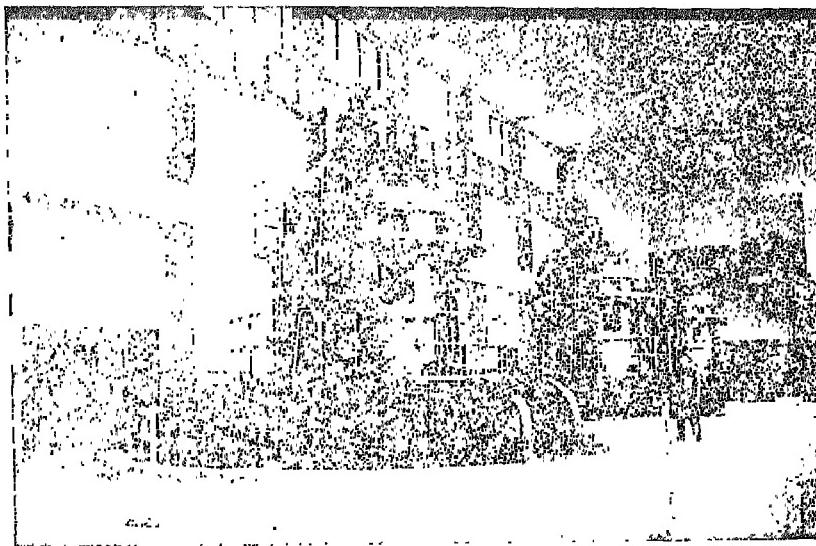
un bac de plomb où l'on versera l'acide qui servira

au décapage.

pour le décapage
des ustensiles à souder

Si possible, procurez-vous cet outillage et construisez le plateau de bois.

VI. — L'ÉLECTRICITÉ A LA MAISON



« ... Un petit fil arrive dans une demeure, et cette maison brille d'une lumière éclatante. Un autre entre dans cette chambre, et cette chambre est dès lors une fabrique, un atelier où l'on trame, où l'on tisse, où l'on forge, où l'on fait ce qu'on veut, à son idée.

L'électricité ne répugne à aucun service. Or, qui est-elle ici, cette fée plus rapide que la fée des contes, sinon la fille de l'onde, la petite fille de la pluie, l'arrière-petite fille de la mer ? »

O. RECLUS.

52^e LEÇON**LES EFFETS DU COURANT ÉLECTRIQUE****I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES**

1. Citez des appareils électriques que vous avez vu fonctionner et dites l'usage auquel chacun d'eux est destiné.
2. La lampe électrique s'allume quand le courant passe, s'éteint quand le courant ne passe plus. Qu'est-ce donc qui porte le filament à une température très élevée ?
3. Qu'est-ce qu'une houssole ? Quelle direction prend laiguille aimantée ?
4. Rappelez la composition de l'eau. Par quelles expériences vous a-t-on démontré que l'eau est composée d'hydrogène et d'oxygène ?
5. Comment le courant arrive-t-il à une lampe ? Décortiquez un fil électrique et décrivez-le.
6. Après avoir enlevé son couvercle, examinez l'interrupteur qui sert à allumer et à éteindre une lampe ; décrivez-le et expliquez son fonctionnement.
- Examinez de même un interrupteur de serrure électrique.

II. — LEÇON

Les applications de l'électricité sont aujourd'hui si répandues que chacun possède quelques notions sur le courant électrique. Ainsi, vous savez qu'il fait briller le filament des lampes électriques ; qu'il y est amené par des fils électriques ; qu'on allume ou qu'on éteint ces lampes en manœuvrant les boutons des interrupteurs ; que les fils à repasser se branchent au moyen de prises de courant ; vous avez vu le compteur électrique de votre maison, les moteurs électriques des fermes et des ateliers, etc. L'ensemble de tous ces appareils constitue l'installation électrique de la maison : vous apprendrez à les utiliser ; mais, au paravant, il faut d'abord étudier les propriétés les plus importantes du courant électrique.

A. — Principaux effets du courant électrique.**1. Le courant électrique échauffe les fils qu'il parcourt.**

Observation. — Le filament d'une lampe électrique devient éblouissant lorsque le courant y passe. Touchez alors l'ampoule : elle est brûlante.

Expérience. — Voici une pile de lampe de poche. Elle porte deux petites lames de cuivre jaune (laiton), qu'on appelle les pôles (fig. 1 et 2).

Réunissez-les par un fil de fer court et fin : ce fil s'échauffe à tel point qu'on ne peut le tenir à la main. S'il est très fin et la pile en bon état, il est porté à la température du rouge : c'est une petite lampe électrique (fig. 3 et 4).

Dans cette expérience, c'est la pile qui engendre le courant ; on l'appelle pour cette raison un générateur électrique.

2. Le courant électrique fait dévier l'aiguille d'une boussole.

Expérience. — a) Tendez un fil de cuivre au-dessus et tout près de l'aiguille d'une boussole (fig. 5) : elle ne change pas de direction.

b) Reconnumentz après avoir attaché les deux bouts du fil aux pôles d'une pile. Cette fois, l'aiguille est déviée : elle tend à se mettre en croix avec le fil (fig. 6 et 7).

c) Détachez un fil des pôles : l'aiguille reprend la direction Sud-Nord.

REMARQUE. — Enroulez le fil autour de l'aiguille d'une boussole, comme l'indique la fig. 8. La déviation est beaucoup plus grande que précédemment.

L'appareil ainsi construit est un galvanomètre ; nous l'utiliserons fréquemment pour déceler l'existence d'un courant dans un fil.

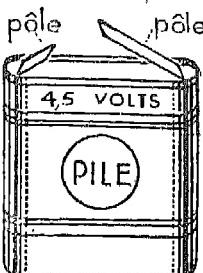


Fig. 1. — Pile de lampe de poche. Elle a deux pôles.



Fig. 2. — Schéma d'une pile. L'un des pôles est représenté par un trait long et fin, l'autre par un trait court et gros.

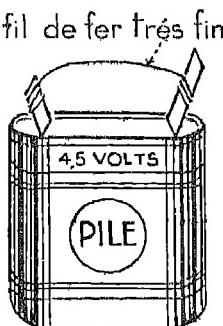


Fig. 3. — Le fil de fer très fin s'échauffe jusqu'au rouge, parce qu'il est parcouru par un courant électrique.

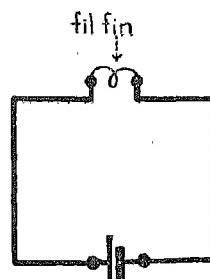


Fig. 4. — Schéma de l'expérience précédente.

3. Le courant électrique provoque des décompositions chimiques.

Expérience. — a) Attachez des fils de fer aux pôles d'une pile et plongez les extrémités libres dans de l'eau additionnée d'un peu de soude. Des bulles gazeuses apparaissent sur les extrémités.

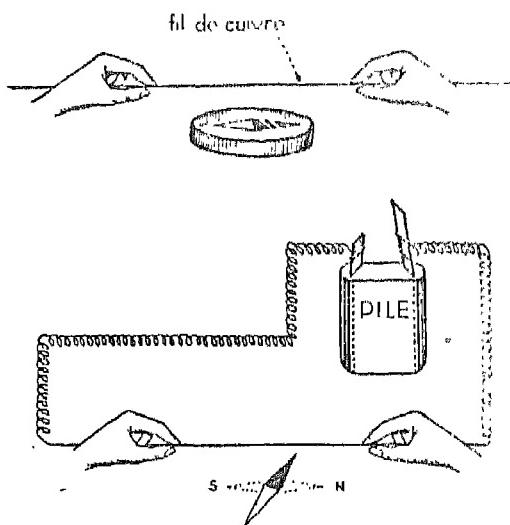


Fig. 5. — La présence du fil de cuivre ne change pas la direction de la boussole.

Fig. 6. — Le courant qui passe dans ce fil fait dévier l'aiguille.

L'eau a été décomposée en hydrogène et oxygène par le courant électrique.

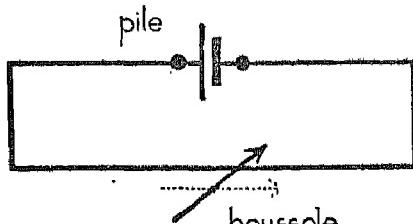


Fig. 7. — Schéma de l'expérience fig. 6.

Les effets que vous venez d'observer en utilisant une *pile* peuvent

1. Voir : *Leçons de Sciences au Cours moyen*, (page 41, fig. 7), Delagrave, éditeur.
2. Voir : *Leçons de Sciences au Cours moyen*, (page 23, fig. 2), Delagrave, éditeur.

B. Générateurs Conducteurs - Isolants Canalisations électriques.

1. Les principaux générateurs électriques sont les piles, les accumulateurs, les dynamos et les alternateurs.

être obtenus à l'aide d'autres appareils, tels que les *accumulateurs*, les *dynamos* et les *alternateurs*¹, beaucoup plus puissants que les piles.

Celles-ci ne sont plus guère employées que pour les lampes de poche et les sonneries d'appartement.

Les *accumulateurs* sont utilisés sur les *automobiles* pour l'éclairage et le démarrage (ou mise en route de la voiture) et sur les *sous-marins* pour actionner les moteurs, etc.

Les *dynamos* et les *alternateurs* sont des machines puissantes, dont certains organes tournent à grande vitesse (fig. 5 page 415) commandées soit par des machines à vapeur, soit par des turbines hydrauliques (56^e Leçon). Le courant qu'elles engendrent est conduit dans les maisons, les usines, les fermes par des câbles, aériens dans les campagnes, souterrains dans les villes. L'ensemble des câbles d'une région constitue un secteur électrique.

2. Les métaux conduisent le courant électrique, tandis que le caoutchouc, la porcelaine, le verre, etc., sont des isolants.

Expérience. — a) Recommençez l'expérience de la boussole avec un autre fil métallique que le cuivre : fil de fer ou fil de plomb, par exemple. *L'aiguille dévie, donc le courant passe.*

1. Nous verrons plus loin que les alternateurs produisent un COURANT ALTERNATIF, différent par quelques propriétés du COURANT CONTINU fourni par les piles, les accumulateurs et les dynamos.

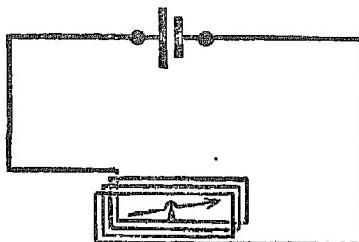


Fig. 8. — Galvanomètre. C'est un cadre portant plusieurs spires de fil de cuivre, et à l'intérieur duquel se trouve une boussole. La déviation de l'aiguille est beaucoup plus grande que dans l'expérience fig. 6.

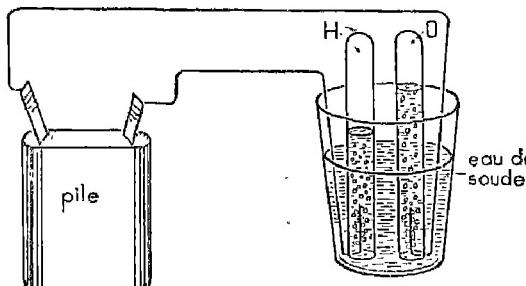


Fig. 9. — Décomposition de l'eau. Le courant électrique traverse l'eau de soude. Il décompose l'eau en hydrogène (H) et oxygène (O).

Il peut circuler dans tous les métaux, ce qu'on exprime en disant que les métaux conduisent bien le courant, qu'ils sont bons conducteurs.

b) Remplacez maintenant le fil de métal par un fil de caoutchouc,



ou de laine, coton, soie, etc. L'aiguille aimantée n'est pas déviée. Le courant électrique ne passe donc pas dans ce fil; le caoutchouc ne conduit pas le courant.

C'est pourquoi on s'en sert pour isoler les fils électriques en cuivre, c'est-à-dire pour empêcher que le courant ne les quitte et passe dans d'autres conducteurs. **Le caoutchouc est un isolant** (fig. 10).

Laine, soie, coton, papier, bois, verre, porcelaine, etc., sont aussi des isolants (fig. 11).

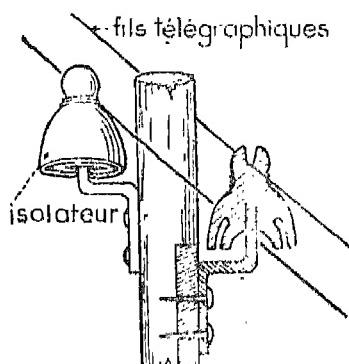


Fig. 11. — Les fils télégraphiques, qui sont en fer galvanisé, conduisent le courant. Ils sont supportés par des isolateurs en verre ou en porcelaine.

A droite, coupe d'un isolateur.

3. Un courant électrique ne circule que s'il existe une suite ininterrompue de conducteurs entre les deux pôles d'un générateur.

Expérience. — Constatez avec une boussole qu'un courant passe dans un fil métallique.

Coupez ce fil; l'aiguille reprend la direction Sud-Nord; elle n'est plus déviée, le courant ne passe plus (fig. 12).

Rémettez en contact les deux bouts de la coupure; ou encore

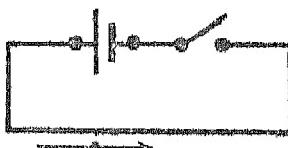
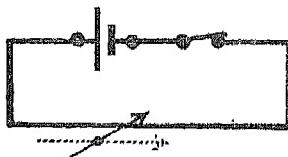


Fig. 12. — A gauche, le courant passe puisque l'aiguille de la boussole est déviée.

A droite, le courant ne passe plus, puisque l'aiguille n'est pas déviée. Le courant est interrompu parce que le circuit conducteur est coupé.

reliez-les par un ou plusieurs fils métalliques attachés les uns au bout des autres ; le courant passe à nouveau.

Ainsi, pour produire un courant électrique, il faut que les deux pôles d'un générateur électrique soient reliés par une suite ininterrompue de corps conducteurs.

4. Les interrupteurs électriques.

Voulez-vous allumer une lampe électrique ? Vous manœuvrez le bouton de l'interrupteur. Voulez-vous l'éteindre ? Vous manœuvrez le bouton en sens inverse.

Les interrupteurs permettent donc de faire passer le courant dans un appareil ou de le supprimer.

Un interrupteur se compose essentiellement d'une barrette mobile en cuivre, qu'on déplace en agissant sur un bouton ; un fil de ligne est ainsi coupé ou rétabli très commodément (fig. 13).

Circuit coupé ou ouvert : le courant ne passe pas.

Circuit rétabli ou fermé : le courant passe.

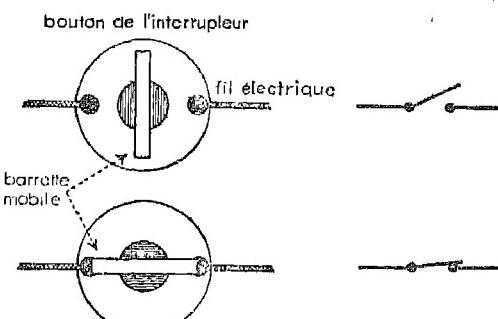


Fig. 13. — Interrupteur de courant électrique. Une barrette en cuivre, mobile, permet de couper ou de rétablir à volonté le courant électrique.
A droite, schéma d'un interrupteur : ouvert en haut ; fermé en bas.

5. Canalisation électrique.

Le mot *courant* éveille l'idée de quelque chose qui coule.

Dans le cas du courant électrique, ce qui coule ce sont des *grains d'électricité* d'une extrême petite taille, si petite qu'on ne peut les apercevoir même avec les plus puissants microscopes. Ils coulent dans les fils métalliques, comme l'eau ou le gaz d'éclairage coulent dans un tuyau de plomb, avec cette différence que le fil n'a pas besoin d'être creux et que leur vitesse est beaucoup plus grande.

Chose curieuse, ils ne peuvent circuler dans l'air, les gaz, l'eau pure et tous les isolants solides déjà énumérés plus haut. Ils restent canalisés dans les conducteurs métalliques, dans les fils et câbles électriques. D'où le nom de *canalisation électrique* donné à l'ensemble des fils électriques de la maison, par analogie avec les *canalisations d'eau et de gaz*.

III. — RÉSUMÉ

1. Un courant électrique produit :
 - 1^e des effets calorifiques : il échauffe les fils qu'il parcourt;
 - 2^e des effets magnétiques : il fait dévier de la direction N-S une aiguille aimantée placée dans son voisinage ;
 - 3^e des effets chimiques : il décompose certaines substances ; l'eau par exemple est décomposée en hydrogène et oxygène.

2. Le courant électrique peut circuler dans tous les fils métalliques : tous les métaux sont conducteurs du courant.

Il ne peut circuler dans les gaz, la plupart des liquides, un grand nombre de solides (caoutchouc, porcelaine, verre, laine, soie, coton, papier etc.) ; ces corps sont des isolants.

3. Le courant électrique est analogue à un courant d'eau : ce sont des grains d'électricité, d'une petite taille extrême, qui coulent dans les fils métalliques bien que ceux-ci ne soient pas creux.

L'ensemble des fils électriques qui amènent le courant aux appareils électriques de la maison (lampes, fer à repasser, poêlons, moteurs, etc.), constitue une canalisation électrique.

4. Les interrupteurs permettent ou bien de faire passer le courant dans un appareil électrique, ou de le supprimer (on dit aussi de couper le courant, ou encore de l'interrompre).

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

Questions. — 1. Enumérez les trois principales propriétés qui peuvent produire un courant électrique.

2. Qu'est-ce qu'un générateur électrique ? Citez les principaux générateurs électriques utilisés aujourd'hui.

3. Qu'est-ce qu'un secteur électrique ?

4. Quelle est la propriété qui distingue un corps conducteur de l'électricité et un isolant ? Citez cinq solides conducteurs, cinq isolants isolantes.

5. Qu'est-ce qu'une canalisation électrique ? Quels matériaux utilisons-nous pour faire une canalisation ?

6. Qu'est-ce qu'un interrupteur électrique ? Quel est son principal organe ? Quel est le principe de son fonctionnement ?

Exercices pratiques. — 1. Apprenez à dénuder avec une lame de canif ou de couteau le bout d'un fil de cuivre d'un conducteur électrique rigide ou souple (fig. 14 et 15). L'enveloppe isolante doit être coupée nettement sans que les fils de cuivre soient détériorés, si peu que ce soit.

2. Apprenez à faire la jonction en bout de deux fils électriques : soit à l'aide d'une épissure (fig. 16) ;

soit à l'aide d'une borne de jonction nue (fig. 17) ;

soit à l'aide d'une borne de jonction isolée dans un bloc de porcelaine (fig. 18).

Trois conditions à remplir : contact des fils parfaitement décapés sur une large surface ; propreté parfaite des surfaces en contact ; serrage électrique sans exagération des surfaces l'une contre l'autre.

3. Evitez les mauvaises connexions (fig. 19).

4. Apprenez à lire les schémas utilisés par les électriciens dans leurs projets d'installation (fig. 20).

5. Construisez un interrupteur de sonnerie d'appartement (fig. 21).

enveloppe isolant



fils fins conducteurs

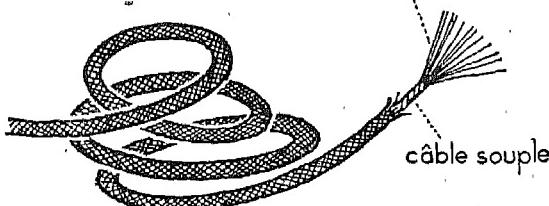


Fig. 14. — Fil électrique rigide, dénudé au bout.

Fig. 15. — Fil électrique souple : il est formé de fils fins, en cuivre, câblés ensemble.

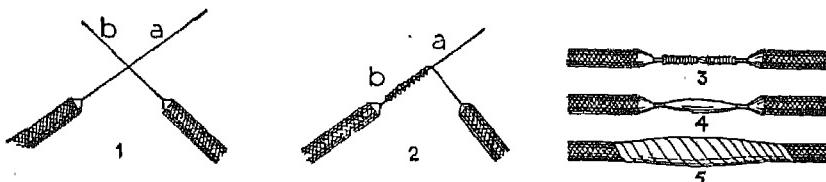


Fig. 16. — Apprenez à raccorder les bouts de deux fils électriques par une épissure.

1. Les fils de cuivre sont mis à nus et parfaitement décapés, avec une toile d'émeri fine, sur une longueur de plusieurs centimètres, suivant leur grosseur.
2. Le fil b est enroulé sur la moitié du fil a en spires jointives et fortement serrées sur ce fil a, à l'aide d'une pince plate.

3. L'autre moitié du fil a est à son tour enroulée sur b.

4. Autant que possible, l'épissure ainsi faite est revêtue de soudure à l'étain (ne pas employer d'acide pour décapé le fil, mais de la résine).

5. Enfin, l'épissure est isolée par un ruban de châtelier (toile de coton imprégnée d'une solution pâteuse de caoutchouc).

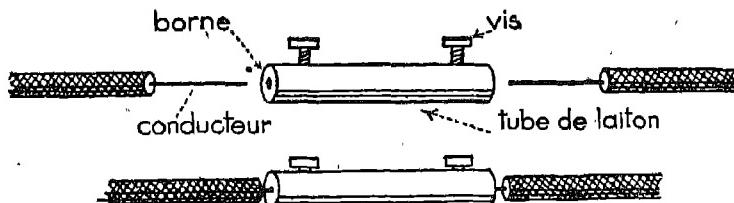


Fig. 17. — Raccord en bout de deux fils conducteurs à l'aide d'une borne de jonction : tube de laiton portant deux vis de serrage.

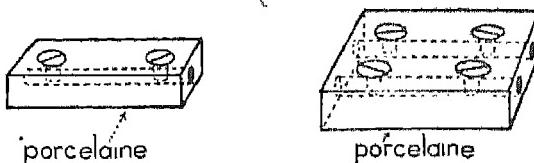


Fig. 18. — Bornes de jonction isolées dans des blocs de porcelaine. — Elles remplacent les épissures, parce qu'elles sont plus commodes pour l'installateur, et présentent plus de sécurité surtout lorsque les épissures ne sont pas très soignées.



Fig. 19. — Mauvaises jonctions : trop peu de spires, ou spires trop peu serrées, ou vis ne serrant pas fortement le fil. Les mauvaises jonctions sont causes du non fonctionnement des appareils électriques ; elles peuvent provoquer des incendies, parce qu'elles s'échauffent fortement.

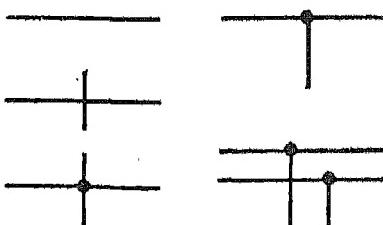


Fig. 20. — Voici quelques symboles graphiques utilisés par les électriciens dans leurs plans d'installations. D'ordre, de haut en bas :

- à gauche : conducteur électrique ;
conducteurs se croisant sans contact ;
conducteurs se croisant avec contact ;
à droite : dérivation sur un fil (unifilaire) ;
dérivation sur deux fils (bifilaire) ;

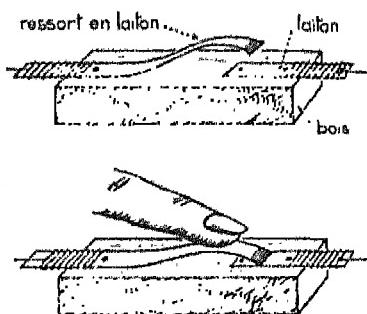


Fig. 21. — Voici un interrupteur que vous pouvez fabriquer vous-même, pour faire des expériences avec une pile de lampe de poche (mais non avec le courant du secteur : le ressort en laiton n'étant pas taillé, son contact avec le doigt serait alors dangereux).

53^e LEÇON

LES MESURES ÉLECTRIQUES

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Qu'appelle-t-on débit d'un robinet ? d'un cours d'eau ?
Les cours d'eau ont-ils tous le même débit ?
De même, les courants électriques transportent, pendant le même temps, des quantités d'électricité plus ou moins grandes ; il sont plus ou moins *forts*, on dit aussi plus ou moins *intenses*.
2. L'eau coule-t-elle d'un endroit A à un autre B qui est au même niveau que A ? Que faut-il pour qu'elle coule de A vers B ?
De même, lorsqu'un courant électrique va dans un conducteur d'un point à un autre, c'est qu'il existe entre ces deux points une **déférence de niveau électrique**, ou, comme disent les électriciens, une **tension électrique**.

II. — LEÇON

Vous savez mesurer des longueurs, des surfaces, des volumes, choses que l'on voit, et même les poids des corps qui sont *invisibles* mais dont on voit les effets : chute des corps, inclinaison des filaux de balances, etc.

Le courant électrique, invisible, a lui aussi des effets visibles : échauffement des fils conducteurs, déviation d'une aiguille aimantée, décompositions chimiques. Ces effets sont mesurables, ce qui permet, par leur intermédiaire, de mesurer les courants.

1. Deux grandeurs électriques sont particulièrement intéressantes : intensité d'un courant, tension entre deux points.

a) Un ingénieur qui cherche à utiliser un cours d'eau pour installer un moulin, une scierie, une usine quelconque... s'intéresse d'abord à la quantité d'eau que la rivière transporte, et, pour préciser, au *nombre de mètres cubes d'eau qui passe, pendant chaque seconde, en un point donné, sous un pont par exemple* (fig. 1).

De même, pour un électricien, ce qui caractérise un courant électrique, c'est la quantité d'électricité qu'il transporte en un temps donné. Est-elle grande ?

Le courant est dit fort ou intense. Est-elle petite ? Il est dit faible.

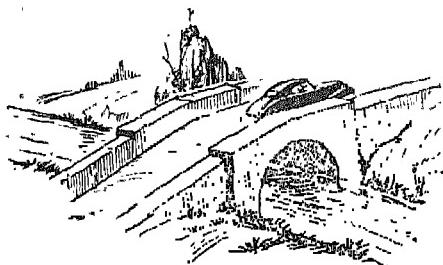


Fig. 1. — Débit d'une rivière. Il est mesuré par le nombre de mètres cubes d'eau qui passent, pendant une seconde, en un point, sous ce pont par exemple.

y avoir, soit une grande, soit une petite différence de niveau.

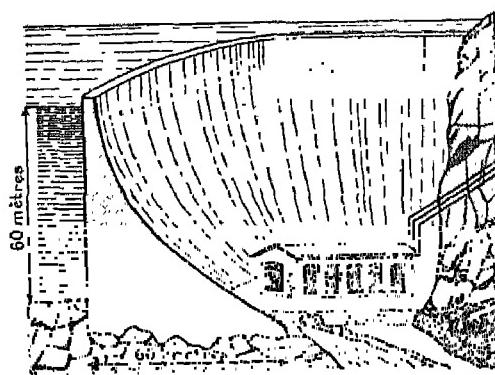


Fig. 2. — Coupe schématique du barrage d'Eguzon (Indre), sur la Creuse. C'est pour créer une grande différence de niveau (60 mètres), entre l'amont et l'aval de l'usine électrique, que ce formidable barrage a été construit.

Donc, deuxième mesure importante : mesure de la tension électrique entre deux points.

2. L'intensité d'un courant électrique se mesure avec un ampèremètre.

Un ampèremètre (fig. 3 et 4) est un appareil qui porte deux bornes,

Donc, première mesure à faire : mesure de l'intensité d'un courant électrique.

b) Sur un même cours d'eau, la pente n'est pas la même partout. Entre deux points, par exemple, il peut

Si elle est grande, l'ingénieur peut installer une usine dont le cours d'eau fera tourner les machines (fig. 2) ; si elle est petite, cette installation est impossible.

Il existe pareillement entre les divers points d'une canalisation électrique des différences de niveau électrique ; on dit aussi des tensions électriques. Et la tension entre deux points donnés est importante à connaître pour l'électricien qui installe des appareils.

une de chaque côté, ce qui permet de l'intercaler facilement dans une

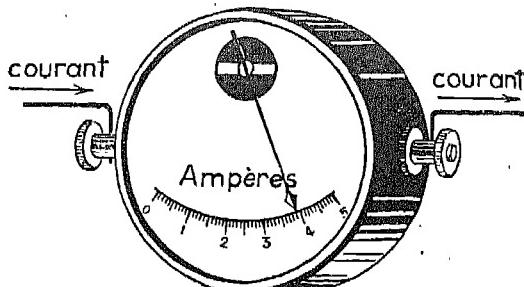


Fig. 3. — Ampèremètre. Cet instrument sert à mesurer l'intensité du courant électrique qui le traverse ; ici : 3,9 ampères. — Sa forme extérieure n'est pas toujours cylindrique. (voir fig. 5).



Fig. 4. — Symbole graphique d'un ampèremètre.

canalisation électrique. Une aiguille se déplace devant un cadran gradué. Près de la graduation, on lit : Ampères ou Ampermètre.

Expériences. — Installons une lampe électrique et un ampèremètre sur une prise de courant, comme l'indique la fig. 5. L'aiguille de l'ampèremètre dévie ; elle marque 0,5 : l'intensité du courant, est de 0,5 ampères ; on écrit 0,5 A.

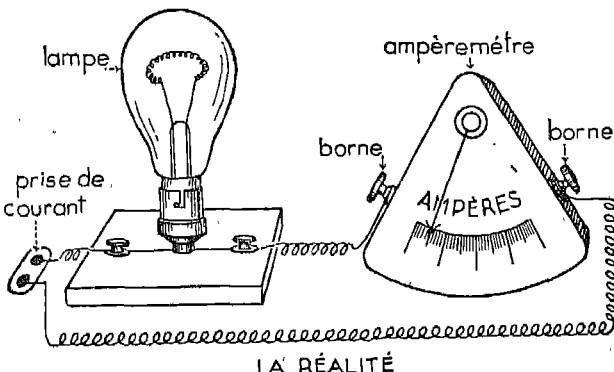


Fig. 5. — Mesure de l'intensité du courant électrique qui passe dans la lampe ; ici, 0,5 ampères.
En haut, montage de l'expérience ; la douille de la lampe est fixée sur une planchette en bois qui porte en outre deux bornes. En bas, schéma du montage. Remarquez le symbole graphique d'une lampe électrique.

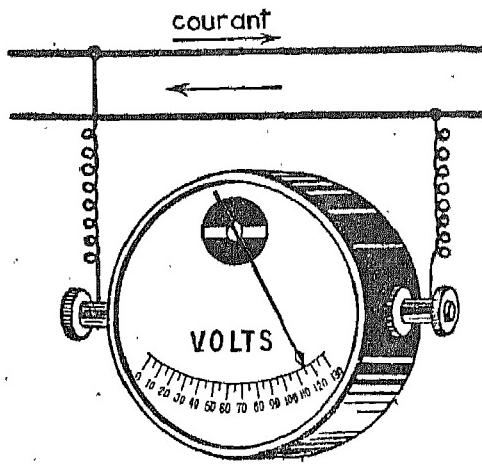


Fig. 6. — Voltmètre. Cet instrument sert à mesurer la tension électrique entre des fils parcourus par un courant électrique : ici, 110 volts.

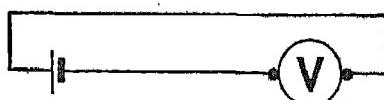
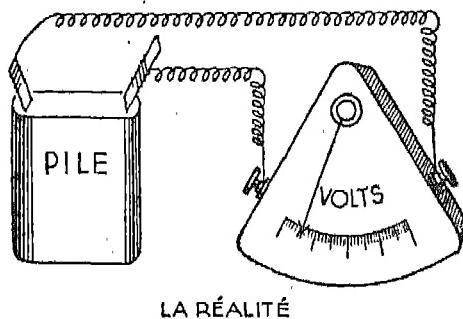


Fig. 7. — Mesure de la tension électrique, à l'aide d'un voltmètre, entre les fils conducteurs attachés aux pôles de la pile : ici, 6 volts.

pas (la lampe est éteinte) : 0.

Remplaçons la lampe par une plus forte : nous trouvons 0,9 A.

Avec un fer à repasser : 3,6 A. etc.

3. La tension électrique entre deux points se mesure avec un voltmètre.

A s'y méprendre, un voltmètre ressemble extérieurement à un ampèremètre (fig. 6). Mais à côté de la graduation, on lit : Volts ou bien Voltmètre.

Expériences. — Mesurations :

1. la tension entre les deux pôles d'une pile de lampe de poche : 4,5 volts ; on écrit 4,5 V (fig. 7).

2. la tension entre les bornes d'une prise de courant : 115 volts ou 115 V. (fig. 8).

3. la tension entre les deux fils qui amènent le courant à une lampe électrique (fig. 9).

a) quand le courant ne passe pas (lampe éteinte) : 0.

b) quand le courant

4. Les ampèremètres et les voltmètres utilisent soit les effets magnétiques, soit les effets calorifiques des courants électriques.

Ceux qui utilisent les effets magnétiques sont des galvanomètres perfectionnés.

Dans ceux qui utilisent les effets calorifiques, un fil fin d'argent s'échauffe quand le courant passe. Ce fil se dilate. Son allongement fait dévier l'aiguille de l'appareil de mesure d'autant plus que le courant est plus intense.

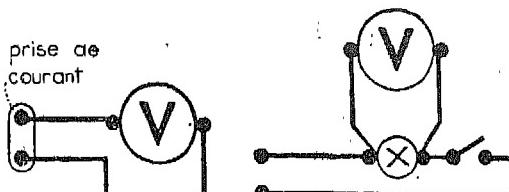
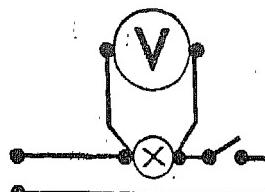


Fig. 8. — Mesure de la tension électrique, entre les fils conducteurs d'une prise de courant (à gauche).

Fig. 9. — Mesure de la tension électrique entre les bornes d'une lampe (à droite).



III. — RÉSUMÉ

1. Un courant électrique est d'autant plus intense qu'il transporte plus d'électricité pendant chaque seconde.

L'intensité d'un courant électrique se mesure avec un ampèremètre : c'est un certain nombre d'ampères.

2. Entre deux points d'un même circuit électrique, il existe une tension électrique : c'est un certain nombre de volts que l'on mesure avec un voltmètre.

3. Les ampèremètres et les voltmètres utilisent soit les effets magnétiques, soit les effets calorifiques des courants électriques.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

Questions. — 1. Dessinez les schémas représentant :

un ampèremètre ;

un voltmètre ;

la mesure de l'intensité du courant qui passe dans une lampe ;

la mesure de la tension électrique entre les pôles d'une pile ;

la mesure de la tension électrique entre les bornes d'une lampe.

2. De quels instruments faut-il disposer pour mesurer l'intensité du courant et la tension aux bornes d'une lampe électrique — ou de tout autre appareil électrique ?

Montrez par un schéma comment vous connecteriez ces instruments sur une portion de circuit comportant déjà une lampe électrique.

Réalisez ce montage si possible ; faites les mesures.

Exercices pratiques. — 1. Faire une épissure de dérivation (fig. 10). Suivez les indications de la légende.

2. Bornes à trou (fig. 11), bornes à vis (fig. 12).

Tout appareil électrique, ainsi que tout instrument de mesure porte, en général, deux bornes, (fig. 13) qui permettent de le connecter, c'est-à-dire d'y attacher solidement et facilement les fils électriques qui amènent le courant.

Reconnaitre les bornes des appareils suivants et en prendre un croquis :

bornes d'une sonnerie électrique (fig. 13) ;

bornes d'un ampèremètre ou d'un voltmètre (fig. 3 et 6) ;

bornes d'une lampe électrique ; les rechercher à l'intérieur de la douille ; elles sont petites, à l'intérieur de la pièce de porcelaine en 5 ;

bornes d'un coupe circuit à fusibles ;

bornes des fiches d'une prise de courant.

Recommandations importantes. — 1. Toute connexion doit être très soignée, surface dénudée du fil conducteur et extrémité de la vis de serrage parfaitement propres ; vis ou écrous serrés à bloc.

2. Chaque borne est fixée sur un support isolant (bois, porcelaine, matière plastique), ou sur un support métallique duquel elle est isolée par des rondelles en ébonite (ampèremètre, par exemple).

3. Construisez un galvanomètre en utilisant :

deux bornes munies de vis à bois,

une boussole, dans une boîte plate circulaire en laiton : diamètre environ 100 mm ; un socle de bois : 120 × 120 × 50 mm ;

un cadre en carton entourant la boussole sur lequel on enrera 20 spires d'un fil isolé par un ruban de soie ;

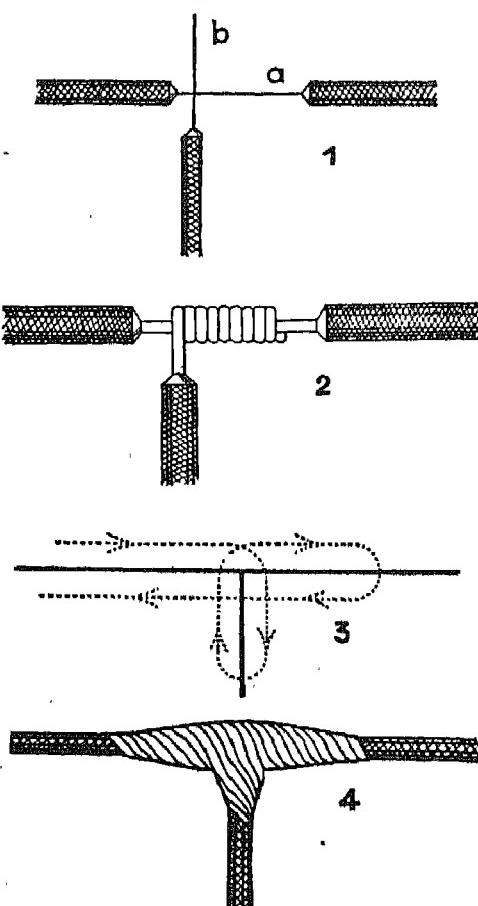


Fig. 10. — Apprenez à faire une épissure de dérivation, c'est-à-dire à brancher un fil conducteur sur un autre.

1. Dénuder les fils et les nettoyer parfaitement.
2. Enrouler le fil nu *b* sur le fil *a* en spires jointives et si possible, couvrir de la résine pour dérapier.
3. Enrouler le fil *a* (*châllerlon*) qu'on enrôle en suivant le chemin indiqué en 3.

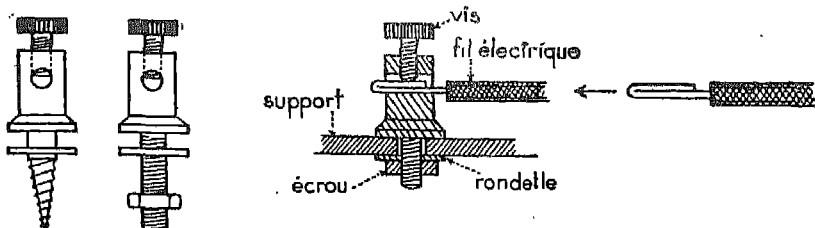


Fig. 11. — Bornes à trous pour être fixées sur du bois ou sur une plaque métallique.

Fig. 12. — Voyez comment on serre l'extrémité d'un fil conducteur dans une borne ; la vis doit être serrée fermement sur le fil bien nettoyé afin d'assurer un bon contact.

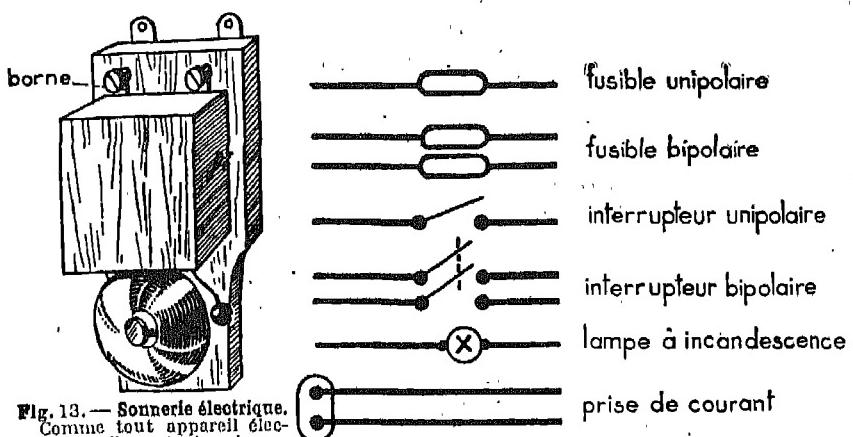


Fig. 13. — Sonnerie électrique.
Comme tout appareil électrique elle porte deux bornes qui permettent de l'installer facilement sur un circuit électrique.

Fig. 14. — Voici quelques symboles graphiques, utilisés par les électriciens et que vous employerez dans vos schémas.

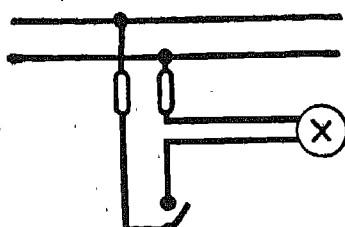


Fig. 15. — Application des symboles graphiques.

54^e LEÇON

LE KILOWATT — LE KILOWATT-HEURE

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Vous avez entendu dire : tel cheval est plus puissant que tel autre ; ou encore : cette automobile a un moteur puissant.

Précisez le sens de ce mot : puissant. Un cheval, un moteur est d'autant plus puissant qu'il fournit plus de travail en un temps donné : 1 heure par exemple.

2. Montrez que le travail qu'un cheval peut fournir dépend : a) de sa puissance ; b) du nombre d'heures pendant lesquelles il travaille à plein effort.

De même pour une machine à vapeur, un moteur à essence, un

moteur électrique, le travail fourni dépend de deux facteurs : puissance (du moteur) et temps (nombre d'heures de travail).

3. Un moteur électrique peut-il fournir du travail (c'est-à-dire actionner une machine quelconque : à coudre, à battre les céréales, etc.), si on ne lui fournit pas de courant électrique ? — Qu'est-ce donc qui, en définitive, produit le travail ? — On exprime ce fait en disant qu'un courant électrique possède de l'énergie, ou encore que le moteur consomme de l'énergie électrique (fournie par le courant).

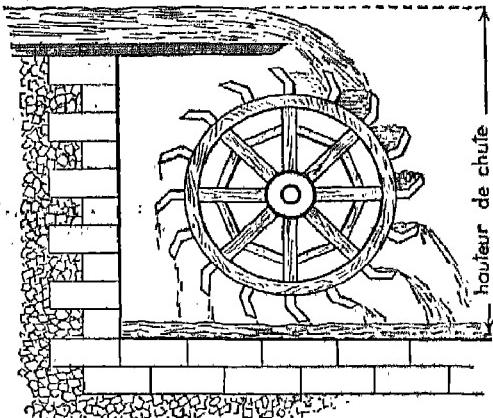


Fig. 1. — La puissance de cette roue de moulin dépend du débit du cours d'eau et de la hauteur de chute.

1. Puissance d'un appareil électrique.

L'importance d'une usine établie sur une chute d'eau dépend

II. — LEÇON

Kilowatt, kilowatt-heure : ce sont là deux mots que vous entendez fréquemment lorsqu'il est question d'appareils électriques : lampes, réchauds, moteurs, etc. Que signifient-ils exactement ? Vous pouvez le savoir maintenant que vous connaissez les unités d'intensité de courant (*ampère*) et de tension électrique (*volt*).

A. — Puissance électrique : watt.

évidemment du débit de la chute, d'une part, de sa hauteur, d'autre part (fig. 1).

De même, un appareil électrique quelconque (fig. 2) lampe, réchaud, moteur..., est d'autant plus puissant :

1^o que l'intensité du courant qui le traverse est plus grande.

2^o que la tension entre les deux fils qui lui amènent le courant est plus grande (on dit aussi tension entre ses bornes).

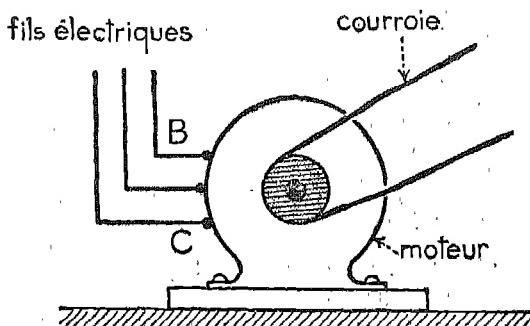


Fig. 2. — La puissance de ce moteur électrique dépend de l'intensité du courant et de la tension électrique entre les bornes.

EXPÉRIENCES. — 1. Mesurons :

a) l'intensité du courant dans une lampe :
0,55 A

b) la tension électrique entre les fils :
112 V

La puissance électrique prise par la lampe est : Fig. 3. — Mesure de la puissance électrique d'un fer à repasser.
Décrivez ce montage et justifiez-le.

$$112 \times 0,55 = \\ 62 \text{ Watts.}$$

2. De même, mesurons (fig. 3) :

a) l'intensité du courant dans un fer à repasser..... 3,6 A

b) la tension électrique entre les fils qui amènent le courant 112 V

La puissance électrique prise par le fer est

$$112 \times 3,6 = 403 \text{ Watts.}$$

Généralisons. La puissance d'un appareil électrique se mesure en multipliant la tension entre ses bornes par l'intensité du courant qui le traverse.

PUISSEANCE	=	TENSION	×	INTENSITÉ
watts		volts		ampères

2. L'unité de puissance est le watt¹ (symbole W).

C'est ce que vous venez de voir. Mais pour les appareils très puissants, comme les moteurs électriques, on utilise surtout comme unité de puissance le kilowatt (symbole kW), qui vaut 1000 watts.

Par exemple, un petit moteur électrique a une puissance voisine de 1 kilowatt, celui d'une machine à battre une puissance de 4 kilowatts, celui d'un tramway électrique : 50 kilowatts, etc.

3. Les mécaniciens emploient comme unité de puissance le cheval-vapeur (symbole : ch).

Ils disent, par exemple : le moteur de cette automobile a une puissance de 15 chevaux.

Pourquoi ces deux unités de puissance : *watt pour les électriciens, cheval pour les mécaniciens*? Simplement pour des raisons de commodité. Il est facile de mesurer la puissance d'un moteur électrique en watts ou en kilowatts, tandis que la mesure de la puissance d'un moteur à essence est plus commode en chevaux.

Souvenez-vous que :

$$\boxed{1 \text{ Cheval-vapeur} = 736 \text{ watts}} \quad \text{ou} \quad \boxed{1 \text{ ch} = 736 \text{ W}}$$

4. Tout appareil électrique est caractérisé par sa puissance et par la tension électrique entre ses bornes.

Observation. — Regardez le culot de cette lampe : vous y lisez 80 W — 110 V, ce qui signifie :

1^o que la lampe ne fonctionne bien que si la tension entre les fils électriques qui amènent le courant est de 110 volts : premier renseignement important. En effet, suivant les localités, la tension entre fils électriques est 110 volts, ou bien 220, ou même 400 volts. Quand vous remplacez une lampe usée, ayez donc soin de lire la tension sur son culot, afin d'en acheter une qui fonctionne sous la même tension.

2^o que la puissance prise par cette lampe est de 80 watts : second renseignement important. Puisque la puissance est de 80 watts et la tension 110 volts, c'est donc que l'intensité du courant amené par les fils est $80 : 110 = 0,7$ ampère environ. L'électricien qui a installé la lampe a appris que pour un tel courant, il suffit d'employer des fils de

1. Ce nom a été choisi pour honorer la mémoire d'un grand savant anglais WATT (1736-1819).

cuivre de diamètre 12/10 de millimètre : plus petits, ils s'échaufferaient ; plus gros, ils seraient trop coûteux.

B. — Énergie électrique : watt-heure.

1. Energie électrique.

A intervalles réguliers, tous les deux mois par exemple, un employé du secteur électrique vient présenter à vos parents une note à payer : la note de l'énergie électrique consommée par vos appareils : lampes, fers à repasser, moteurs, etc.

C'est qu'en effet aucune machine ne fonctionne sans qu'on lui fournisse quelque chose que l'on convient d'appeler de l'énergie. Elle en consomme évidemment d'autant plus :

1^o qu'elle est plus puissante ;

2^o qu'elle fonctionne plus longtemps.

C'est pourquoi on calcule l'énergie consommée par un appareil électrique en multipliant sa puissance par la durée de son fonctionnement.

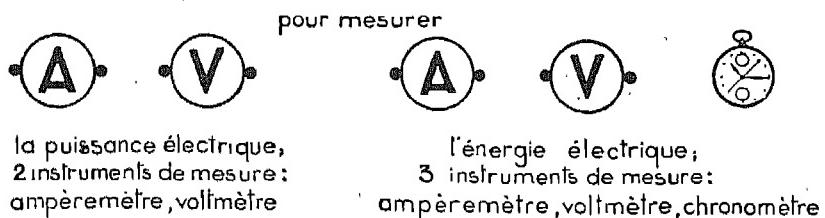


Fig. 5. — Ne confondez pas : kilowatt, unité de puissance électrique, avec kilowatt-heure, unité d'énergie électrique.

Prenons des exemples :

1. Si une lampe de puissance 60 watts reste allumée pendant 3 heures, elle consomme une quantité d'énergie électrique égale à :

$$60 \times 3 = 180 \text{ watt-heures} = 0,18 \text{ kilowatt-heure.}$$

2. Lorsqu'une ménagère repasse pendant 3 heures avec un fer dont la puissance est de 400 watts, l'énergie électrique consommée est égale à

$$400 \times 3 = 1\,200 \text{ watt-heures} = 1,2 \text{ kilowatt-heures.}$$

REMARQUE. — Tandis que la mesure de la puissance électrique prise par un appareil quelconque n'exige que deux instruments de mesure, (*voltmètre et ampèremètre*), celle de l'énergie consommée par cet appareil en exige trois (*voltmètre, ampèremètre, montre ou chronomètre*) (fig. 5).

2. Ne confondez pas kilowatt et kilowatt-heure.

Ces deux mots désignent, comme vous venez de le voir, des unités bien différentes.

Le kilowatt est une unité de puissance : tout appareil électrique, qu'il fonctionne ou non, est caractérisé par sa puissance, qui ne dépend que de sa construction et qui se mesure en watts ou en kilowatts.

Le kilowatt-heure est une unité d'énergie : un appareil électrique qui fonctionne consomme de l'énergie qui se mesure en kilowatt-heures.

Lorsque vous payez une facture d'électricité, c'est l'énergie consommée par vos appareils que vous payez : c'est-à-dire des kilowatt-heures.

III. — RÉSUMÉ

1. La puissance d'un appareil électrique est d'autant plus grande :
1° que l'intensité de courant qui le traverse est plus grande;
2° que la tension entre ses bornes est aussi plus grande.

$$\text{PUISANCE} = \frac{\text{INTENSITÉ}}{\text{watts}} \times \frac{\text{TENSION}}{\text{volts}}$$

2. Tout appareil électrique porte l'indication de sa puissance et celle de la tension entre ses bornes quand il fonctionne normalement.

3. L'énergie consommée par un appareil est d'autant plus grande :
1° qu'il est plus puissant;
2° qu'il fonctionne plus longtemps.

$$\text{ÉNERGIE} = \frac{\text{DURÉE DE FONCTIONNEMENT}}{\text{heures}} \times \frac{\text{PUISANCE}}{\text{watts}}$$

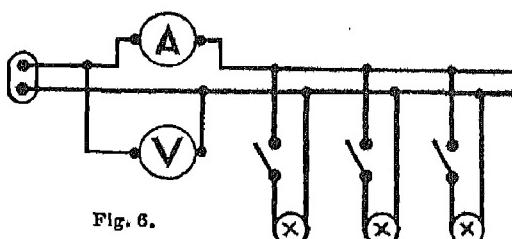


Fig. 6.

utiliserez-vous ? Faites un schéma du montage de ces instruments.

2. Vous avez mesuré l'intensité du courant qui passe dans un fer à repasser (3,6 ampères) et la tension entre les fils qui amènent le courant (110 volts). Quelle est la puissance électrique fournie à ce fer ?

3. Décrivez le montage de la figure 6, réalisé sur un secteur à 120 volts. Les lampes ont chacune une puissance de 60 watts.

Quelles sont les indications des instruments de mesure :

4. Ne confondez pas kilowatt qui est une unité de puissance et kilowatt-heure qui est une unité d'énergie.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Comment mesureriez-vous la puissance d'un appareil électrique ? Combien d'instruments de mesure

- 1^o aucune lampe n'étant allumée;
 - 2^o 1 lampe est allumée;
 - 3^o 2 lampes sont allumées;
 - 4^o 3 lampes sont allumées.
- Réalisez si possible ce montage et vérifiez vos réponses.

4. Décrivez le montage de la figure 7 réalisé sur un secteur à 120 volts. Sur le culot de chaque lampe on lit : 120 V, 60 W.

Les lampes sont-elles montées correctement ?

Quelles sont les indications des instruments de mesure :

1^o lorsque les deux interrupteurs sont ouverts ;

2^o lorsque l'interrupteur de gauche seul est fermé.

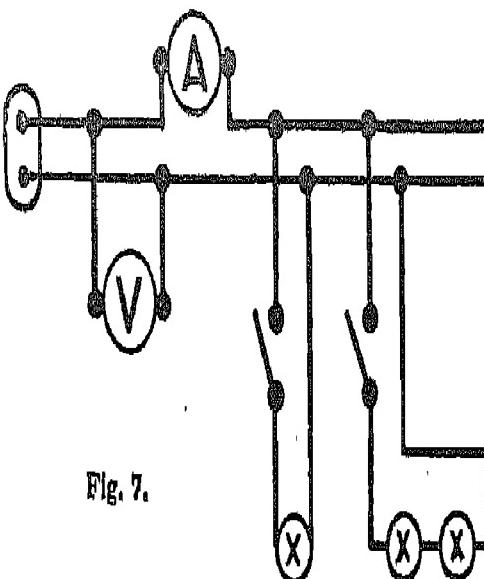


Fig. 7.

55^e LEÇON

LE COMPTEUR D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Examinez une facture de la Société électrique qui fournit l'électricité à votre maison ou votre appartement. Notez le nombre de kilowatt-heures à payer; comment ce nombre est-il obtenu?
2. Où le compteur électrique de votre habitation est-il placé? Décrivez ce que vous en voyez extrêmement.
3. Tout près du compteur, sur le même tableau souvent, sont fixés deux appareils; observez-les et justifiez leur présence.

II. — LEÇON

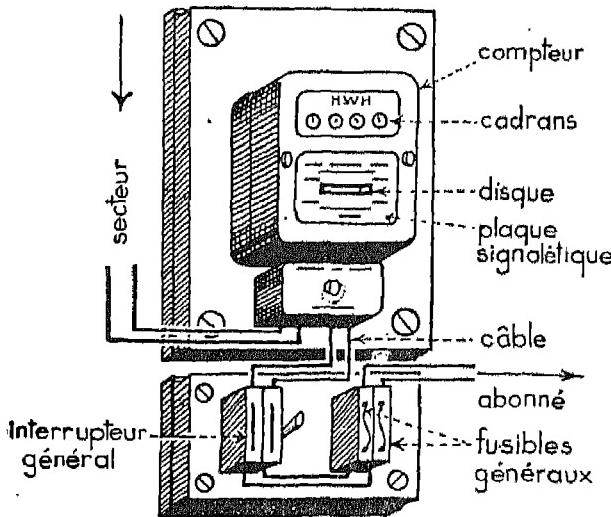


Fig. 1. — Compteur électrique.

En haut, le compteur proprement dit. En bas, ses deux accessoires indispensables: un *Interrupteur bipo-*
läire, un *coupé-circuit à fusibles bipolaire*.

vous la procure; le prix dépend de la quantité qui est enregistrée par

L'eau et le gaz, consommés dans votre maison, sont payés par vos parents. Vous savez que des compteurs spéciaux - compteur à eau, compteur à gaz — enregistrent automatiquement les quantités qui leur ont été fournies.

De même, l'énergie électrique, consommée par vos appareils électriques, est payée à la Société d'électricité qui

votre compteur d'énergie électrique. Ce qu'il importe de savoir à propos de cet appareil, vous allez l'apprendre.

A. — *Le compteur électrique.*

1. Examinez votre compteur.

a) C'est un coffret en tôle bronzée de forme à peu près cubique. Il est porté par une planchette de chêne fixée contre un mur que d'ailleurs elle ne touche pas (fig. 1).

Sur la face avant, une vitre laisse voir les aiguilles de plusieurs cadans portant les chiffres de 0 à 9.

Plus bas, derrière une étroite fenêtre rectangulaire horizontale, on aperçoit le pourtour blanc d'un disque circulaire, mince.

Autour de cette fenêtre, une plaque porte des indications ; c'est la plaque signalétique (fig. 2) sur laquelle nous reviendrons.

b) Quatre câbles aboutissent au compteur. Deux le relient aux câbles du secteur ; c'est l'entrée du courant dans la maison. Deux autres sont l'origine de la canalisation électrique qui conduit le courant à vos appareils.

c) Sur le même tableau (ou sur un second tableau, plus petit) sont fixés :

1^o un Interrupteur bipolaire¹, à manette isolée, appareil de commande qui permet d'ouvrir ou de fermer le circuit.

1. Certains modèles de compteur portent à la place des cadans, de petites fenêtres circulaires, chacune d'elles encadrant un chiffre.

2. L'interrupteur bipolaire et les fusibles peuvent être visibles à l'intérieur de petits coffrets vitrés, où cachés par un couvercle de tôle noir.

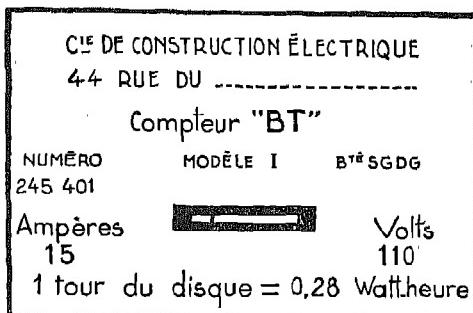


Fig. 2. — Plaque signalétique du compteur. Quelles indications porte-t-elle obligatoirement ?

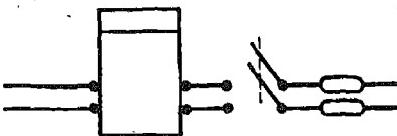


Fig. 3. — Symboles graphiques, représentant un compteur et ses deux accessoires.

2^e un coupe-circuit bipolaire, à fusibles, *appareil de sécurité* qui protège le compteur et toute l'installation électrique de la maison contre les dangers d'incendie provenant de courants trop forts.

La figure 3 montre comment on représente par un schéma le compteur et ses accessoires.

REMARQUES. — 1. Tout le courant fourni à la maison passe par le compteur.

2. En ouvrant l'interrupteur bipolaire, on coupe du secteur toute l'installation électrique de la maison : d'où son nom d'*interrupteur général*. On peut alors travailler sans danger sur cette installation en n'importe quel point : changer les fusibles fondus, réparer les fils, les appareils, etc. Si la famille part en vacances, une bonne précaution consiste à ouvrir l'interrupteur général.

2. Expérimenez avec votre compteur.

Observez le disque derrière la petite fenêtre horizontale.

Expériences. — a) Aucun appareil électrique ne fonctionnant dans la maison, il est immobile.

b) Allumez une lampe de 40 watts : il se met à tourner. Un trait de repère peint en noir sur le bord permet de compter les tours. Pour faire 1 tour, il met par exemple 21 secondes.

Allumez deux lampes de 40 watts : il fait 1 tour en 12 secondes. Avec trois lampes de 40 watts, il fait 1 tour en 8 secondes... etc.

Le disque tourne d'autant plus vite qu'il y a plus d'appareils en fonctionnement.

Explication. — A l'intérieur du coffret de tôle se trouve un petit moteur électrique dont le seul travail est de faire tourner le disque. Il est construit de telle façon qu'à chaque tour correspond la même quantité d'énergie électrique fournie par le secteur. Cette quantité est inscrite sur la plaque signalétique ; par exemple :

1 tour du disque = 0,28 watt-heure.

Un système d'engrenages transmet le mouvement du disque aux aiguilles des cadrans ; ainsi se trouve enregistrée automatiquement l'énergie électrique consommée dans la maison.

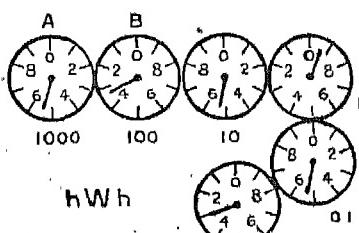


Fig. 4. — Les cadrans d'un compteur électrique. Les aiguilles indiquent que l'abonné au secteur a consommé ici, 5 359 hectowatt-heures.

3. Apprenez à lire un compteur.

La lecture se fait comme celle d'un compteur à eau ou à gaz : lorsqu'une aiguille est entre deux chiffres, retenez-le plus petit : ici 5 359 (fig. 4).

L'unité d'énergie est indiquée par des majuscules près des cadrons : le plus souvent H W H, ce qui signifie hectowatt-heure. Le compteur marque donc 5 359 hectowatt-heures ou 535 kilowatt-heures.

4. Lisez une page de votre « Livret de Consommation d'énergie électrique ».

Ce livret est remis par le Secteur à chaque abonné. En voici un extrait :

DATES	MOIS - ANNÉES	CHIFFRES RELEVÉS	DIFFÉRENCES	OBSERVATIONS
27	10 47	1 784	30	
29	12 47	1 838	54	
26	2 48	1 899	61	

Chaque ligne correspond à un passage de l'employé du Secteur, habituellement tous les deux mois. Elle indique : la date du passage, le relevé du compteur, la différence entre ce relevé et le précédent (ce qui donne l'énergie électrique consommée depuis le passage précédent), les observations s'il y a lieu (par exemple : appareil à réparer).

5. La facture à payer après chaque relevé est facile à calculer.

Demandez l'une de ces factures à votre mère et examinez-la. Elle indique :

le prix du kilowatt-heure : (15,50 francs par exemple)	
la consommation indiquée par le dernier relevé : 6,1 kilowatt-heures	
la redevance pour cette consommation (15,5 × 6,1)	94,55 francs
les autres frais (location du matériel s'il y a lieu)	5 —
le timbre de quittance	3 —
le total à payer	102,55 francs

B. — La plaque signalétique du compteur.

1. La plaque signalétique est obligatoire.

Conformément à la loi, elle porte (fig. 2) :

- a) le nom et l'adresse du fabricant du compteur ;
- b) la désignation du type de compteur (car il y a des compteurs de différents modèles) ;
- c) l'intensité maximum du courant et la tension électrique pour lesquelles le compteur est construit. (par exemple : 15 ampères, 110 volts) ;
- d) l'énergie consommée pour chaque tour du disque ; par exemple :
1 tour de disque = 0,98 watt-heure.

2. Les indications de la plaque signalétique sont indispensables à l'installateur électricien.

Doit-il, sur votre demande, installer l'électricité dans votre maison ? Il faut qu'il choisisse le compteur convenable.

a) Il connaît la tension électrique sous laquelle le courant est distribué par le secteur : 110-115 volts habituellement ; mais parfois 220-230 volts et même 400 volts dans certaines régions.

b) Il vous demandera la liste des appareils que vous voulez installer ; d'où il déduira, comme il est expliqué plus loin, l'intensité maximum dont vous aurez besoin ; soit 15 ampères.

Il posera donc un compteur 15 ampères-110 volts, et, grâce à la plaque signalétique, aucune erreur d'appareil n'est à craindre.

3. Comment calculer l'intensité maximum du courant que doit supporter un compteur ?

Soit une installation électrique qui comprend les appareils suivants :

ÉCLAIRAGE

2 lampes de 20 watts, soit	40 watts .
6 lampes de 40 watts, soit	240
8 lampes de 60 watts, soit	360
2 lampes de 100 watts, soit	200
Total pour l'éclairage	840 watts 840 watts

APPAREILS MÉNAGERS

1 fer à repasser de 1,750 kg.....	300 watts
1 fer à friser	60
1 bouilloire	400
Total à reporter	760 watts

Total pour l'éclairage	840 watts
Report	760 watts
1 rechaud à 1 plaque chauffante (diamètre de la plaque 16 cm)	450
1 radiateur producteur d'air chaud	350
1 aspirateur de poussières	250
1 moteur de machine à coudre	50
Total pour les appareils	1 860 watts
	1 860
Puissance totale à installer :	2 700 watts

Intensité du courant qui serait pris au secteur si tous les appareils installés fonctionnaient en même temps sur un réseau à 110 volts :

$$2\,700 : 110 = 25 \text{ ampères.}$$

Mais, jamais tous les appareils ne fonctionnent ensemble. On compte habituellement que la puissance maximum utilisée ne dépasse pas la moitié de la puissance totale de l'installation. Dans ces conditions, un compteur de 15 ampères serait ici suffisant.

REMARQUE. — Le calcul précédent vous apprend qu'une installation électrique une fois faite ne peut être modifiée en ajoutant par exemple de nouvelles lampes, de nouvelles prises de courant pour de nouveaux appareils ménagers. Il pourrait en résulter de sérieux accidents.

III. — RÉSUMÉ

1. Le compteur d'énergie électrique est un appareil qui enregistre le nombre de kilowatt-heures (kWh) consommés par la maison.
2. Il se compose essentiellement d'un petit moteur électrique qui fait tourner des engrenages analogues à ceux d'une horloge. Des aiguilles, commandées par ces engrenages, se déplacent devant des cadrons portant les chiffres de 0 à 9.
Plus l'énergie électrique consommée dans la maison est grande, plus le moteur tourne vite et plus le nombre de kilowatt-heures marqué par les aiguilles est grand.
3. Chaque compteur porte une plaque signalétique qui permet à l'installateur-électricien de poser chez chaque abonné l'appareil convenable.
4. Un compteur est accompagné de deux appareils accessoires indispensables : un interrupteur bipolaire et un coupe-circuit bipolaire.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Dessinez : a) le schéma d'une installation électrique comportant un compteur avec ses deux appareils accessoires et 4 lampes chez l'abonné ;
b) les cadrons et les aiguilles de façon qu'elles marquent 3 850 hectowatt-heures.
2. Les deux derniers relevés portés sur le *Livret de consommation d'énergie électrique* sont 3 816 et 3 859 hectowatt-heures.

Calculez la note à payer, connaissant :
le prix du kilowatt-heure : 15,5 francs ;
la redevance pour location de matériel : 8 francs ;
le timbre quittance : 3 francs.

3. Mesure de la puissance d'une lampe électrique.

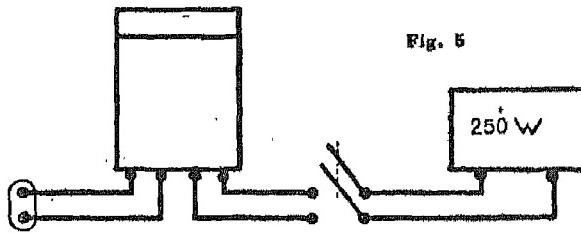
Vous avez vérifié que le disque du compteur de votre maison ne tourne pas (donc, il n'y a pas d'appareils électriques en fonctionnement). Vous allumez alors 1 lampe : le disque tourne.

Avec une montre à secondes, vous constatez que pour faire 20 tours, il met 4 minutes 10 secondes.

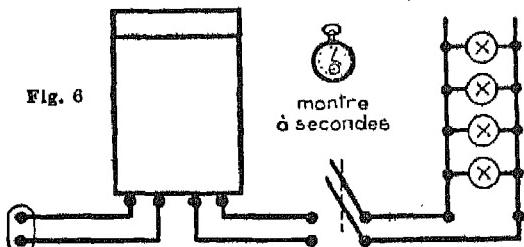
D'autre part, vous lisez sur la plaque signalétique du compteur :

1 tour du disque = 0,28 watt-heure.

1° Quelle est l'énergie électrique consommée par la lampe pendant cette expérience ? (Réponse : 5,6 watt-heures).



4. Même expérience avec un poste de T. S. F. On a trouvé que, le poste seul étant en fonctionnement, le disque du compteur --- (le même que précédemment) --- met 3 minutes 21 secondes pour faire 20 tours.



5. Vérification d'un compteur.

On a construit un appareil électrique tel qu'il consomme exactement une puissance de 250 watts lorsqu'il est branché sur le secteur qui alimente votre maison.

On le monte, comme l'indique le schéma ci-dessous, afin d'être sûr qu'il soit le seul appareil fonctionnant sur votre installation (fig. 5).

On compte le nombre de tours que fait le disque du compteur en 2 minutes. On trouve 30 tours. Quelle est la valeur de 1 tour de disque ? — Comparez-le à celle qui est inscrite sur la plaque signalétique.

6. Vérifiez la valeur du tour de disque en la comparant aux indications des cadraux, en opérant ainsi :

1° Réalisez le montage (fig. 6).

— 439 —

2^e Lisez le compteur.

3^e Fermez l'interrupteur pendant que vous compterez 200 tours du disque ; ouvrez-le juste après le 200^e tour.

4^e Lisez à nouveau le compteur.

a) Quelle est l'énergie fournie aux lampes pendant l'expérience d'après les lectures des cadrans ?

b) Quelle est, d'après le résultat précédent, la valeur de 1 tour du disque ? Est-elle égale à celle qui est indiquée sur la plaque signalétique ?

56^e LEÇON

LE COURANT DU SECTEUR

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Existe-t-il une usine électrique (ou centrale) dans votre région ? Fonctionne-t-elle en brûlant du charbon de terre, ou en utilisant une chute d'eau ?
2. Si vous habitez la campagne, comment le courant qui alimente les lampes électriques est-il distribué ? Où se trouve la cabine du trans-

formateur ? Combien de fils y amènent le courant ? Combien de fils en partent pour conduire le courant dans les maisons.

Si vous habitez la ville, renseignez-vous sur l'alimentation en électricité de la maison que vous habitez. Existe-t-il un transformateur dans le sous-sol ?

II. — LEÇON

Les courants électriques que nous utilisons dans nos maisons pour le chauffage et l'éclairage, dans nos fermes et nos ateliers pour faire tourner les moteurs électriques, ne sont engendrés ni par des piles, ni par des accumulateurs.

Ils sont produits dans des usines spéciales, appelées centrales électriques, par de puissantes machines : les alternateurs. Des câbles partant des centrales, distribuent les courants à toute une région, ou comme disent les électriciens à tout un secteur. D'où le nom de courant du secteur.

A. — Quelques particularités du courant du secteur.

1. Le courant du secteur est un courant alternatif.

Dans une rivière, ou dans la canalisation d'une maison, l'eau coule toujours dans le même sens. Il en est de même du courant fourni par les piles, les accumulateurs et certaines machines appelées dynamos : dans les fils électriques, les grains d'électricité cheminent toujours dans le même sens ; d'où le nom de courant continu (fig. 1).

Il en est tout autrement pour le courant engendré par les alternateurs. Dans les fils électriques, ce courant va dans un sens pendant

1/100 de seconde, en sens contraire pendant le 1/100 de seconde suivant ; bref, il change de sens tous les centièmes de seconde, ce qui lui vaut le nom de courant alternatif (fig. 2).

Cette différence avec le courant continu en entraîne d'autres fort importantes.

2. Le courant alternatif peut être transporté soit avec deux fils comme le courant continu, soit à l'aide de plusieurs fils.

Tandis que le courant continu est toujours amené par deux fils seulement à l'appareil récepteur, le transport du courant alternatif peut être réalisé avec deux, trois ou quatre fils, et même avec six fils.

Il est transporté par deux fils (*branchement lumière*, fig. 10) aux appareils de faible puissance : lampes, appareils ménagers, par trois fils aux moteurs (*branchement force*) Dans ce dernier cas, on dit que le courant est triphasé et que chaque fil transporte une phase.

3. Le courant alternatif, quand il est transporté par deux fils, se mesure comme le courant continu.

On utilise des ampèremètres, des voltmètres, des compteurs d'énergie

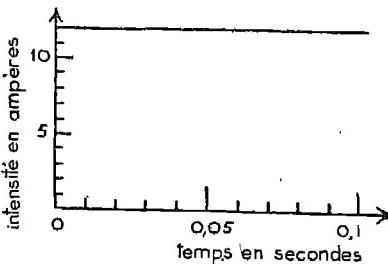


Fig. 1. — Graphique représentant l'intensité d'un courant continu. L'intensité est constante ; ici, 12 ampères.

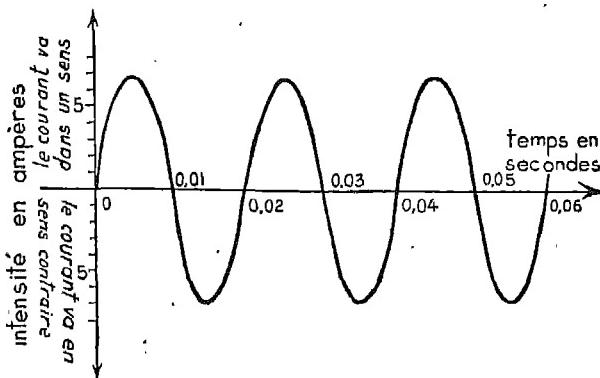


Fig. 2. — Graphique représentant l'intensité d'un courant alternatif. Désirez, d'après ce graphique, comment elle varie. Montrez que tous les 2/100 de seconde, elle se retrouve exactement dans les mêmes conditions (même sens, même valeur, même tendance de variation). Cette durée 2/100 de seconde s'appelle la période du courant alternatif ; il y a donc ici 50 périodes par seconde : on dit que la fréquence du courant est 50.

électrique pour mesurer l'intensité du courant, la tension entre les deux fils, l'énergie consommée par un appareil exactement comme il a été dit dans les leçons précédentes.

S'agit-il de courants triphasés ? On fabrique des compteurs spéciaux pour mesurer l'énergie qu'ils transportent.

4. Le courant alternatif se prête mieux que le courant continu à la production des hautes tensions : les transformateurs.

La tension entre fils transportant du *courant continu* ne peut dépasser quelques centaines de volts¹. Mais avec le courant alternatif on peut facilement obtenir des tensions de plusieurs centaines de milliers de volts.

a) D'abord, les *alternateurs* peuvent engendrer des courants à tension de plusieurs milliers de volts, tandis que les *dynamos* ne produisent que des courants continus à tension peu élevée (quelques centaines de volts).

b) D'autre part, des appareils très simples, ne comportant aucun organe mobile, appelés *transformateurs*, permettent de transformer un courant alternatif en un autre, présentant soit une tension beaucoup plus grande, soit une tension beaucoup plus faible (fig. 3).

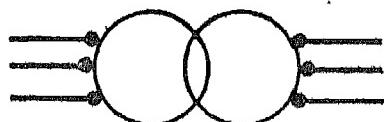


Fig. 3. — Symbole graphique qui sert aux électriciens à représenter un transformateur triphasé.

Par exemple, un transformateur, recevant du courant à tension 15 000 volts, rendra du courant à 220 000 volts.

Inversement, un transformateur recevant du courant à 15 000 volts, pourra fournir du courant à 120 volts.

REMARQUES. — 1. Si le transformateur élève la tension, inversement, il abaisse l'intensité, de sorte que le produit tension \times intensité ne change pas : toute la puissance amenée par la ligne à basse tension est rendue par le transformateur à la ligne à haute tension.

2. Il n'existe pas de semblables transformateurs pour le courant continu.

1. A cause de difficultés techniques, notamment difficulté d'isolation et impossibilité d'utiliser des transformateurs.

B. — Production, transport et distribution du courant du secteur.

1. Le courant est engendré par de puissants alternateurs.

Un alternateur ressemble aux moteurs électriques que vous avez certainement vus soit dans les ateliers, soit dans les fermes ; mais leur taille est beaucoup plus grande (fig. 5).

A l'intérieur d'une partie fixe (stator), tourne une partie mobile

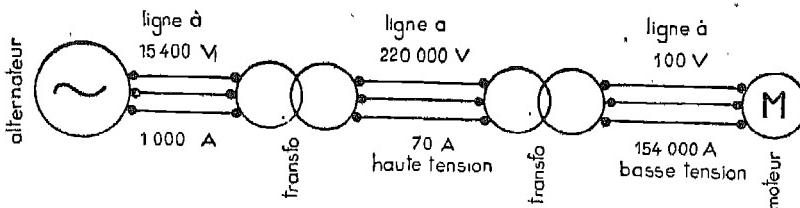


Fig. 4. — Schéma de la production et du transport d'un courant alternatif triphasé.

(rotor), entraînée à vitesse constante par un moteur de grande puissance. C'est dans des enroulements portés par le stator que le courant est engendré.

L'alternateur fournit généralement du courant triphasé. La puissance disponible à ses bornes peut atteindre 100 000 kilowatts (15 000 volts de tension entre phases).

2. Le courant doit être souvent transporté à des centaines de kilomètres.

Dans certaines centrales, les moteurs qui entraînent les rotors d'alternateurs sont des machines à vapeur (fig. 5). Ce sont des centrales thermiques¹. On les construit soit près des mines de houille, soit dans les banlieues des grandes villes industrielles, sur les bords de cours d'eau navigables pour que la houille puisse y être amenée par bateaux. Ainsi, autour de Paris, sont installées plusieurs grosses centrales thermiques sur les bords de la Seine (Ivry, Vitry, Saint-Ouen, Saint-Denis, etc.).

Dans les autres centrales, les moteurs sont des turbines à eau².

1. Thermique signifie ici : qui utilise la chaleur (*thermos*, mot grec = chaleur ; thermomètre : qui mesure la chaleur).

2. Une turbine à eau est une roue de moulin à eau perfectionnée.

Ce sont des **centrales hydrauliques**. Elles sont installées, soit sur des rivières à grand débit et à pente rapide, comme le Rhône, soit sur des torrents de montagne présentant des chutes de grande hauteur¹.

Comme ces derniers ont beaucoup d'eau en périodes de pluie, peu en périodes sèches, on régularise leur débit en utilisant un lac naturel (comme dans les Pyrénées), ou en créant un lac artificiel (Alpes, Massif Central) : on établit un barrage, sur le cours d'eau dans un endroit où il est encaissé, dans une vallée étroite et profonde. Certains de ces barrages, en maçonnerie de ciment, ont plus de 100 mètres de haut, 100 mètres de largeur à leur base, 6 mètres au sommet. Tels sont les célèbres barrages de Génissiat sur le Rhône (50 km en aval de Genève), d'Éguzon sur la Creuse, (fig. 6), de Sarrans (Cantal), sur la Truyère, affluent du Lot ; la frise page 409 montre la salle des alternateurs de cette dernière centrale.

Ainsi, Paris reçoit du courant, non seulement des centrales thermiques établies dans son voisinage, mais aussi de centrales hydrauliques installées sur le Rhin, le Rhône, la Creuse, la Dordogne, c'est-à-dire à plusieurs centaines de kilomètres.

3. Le transport à grande distance de l'énergie électrique se fait à haute tension, par raison d'économie.

Les courants électriques quels qu'ils soient, continus ou alternatifs, échauffent toujours les fils qu'ils parcourent.

Dans le cas d'une ligne de transport, la chaleur ainsi produite se dissipe totalement dans l'air, sans aucun effet utile. C'est de l'*énergie perdue*.

Or, cette perte est d'autant plus grande que le courant est plus intense, car elle croît proportionnellement au carré de l'intensité. Avec un courant de 10 ampères, la perte est 100 fois plus grande qu'avec un courant de 1 ampère.

Il y a donc intérêt à réduire le plus possible l'intensité des courants dans les lignes de transport.

Mais, pour que la puissance électrique transportée ne change pas, il y a lieu d'accroître la tension, autrement dit d'effectuer le transport à haute tension : 220 000 et même 400 000 volts.

4. Auprès de chaque centrale électrique se trouve un poste de transformation, élévateur de tension.

Comme les alternateurs ne peuvent fournir que des tensions de 15 000 volts au maximum, leur courant est transformé en courant à

1. Lorsque la chute est alimentée par l'eau provenant d'un glacier ou de la neige des hautes montagnes, c'est en définitive le glacier qui remplace la houille pour faire tourner le moteur : d'où le nom de *houille blanche* donnée au glacier et à la neige des montagnes.

haute tension (220 000 volts en France) par de gros transformateurs installés à l'extérieur, sur un terre-plein voisin de la centrale. C'est le poste de transformation d'où partent les lignes de transport à grande distance.

5. Les courants à haute tension sont très dangereux.

Le contact avec un câble nu à haute tension provoque la mort

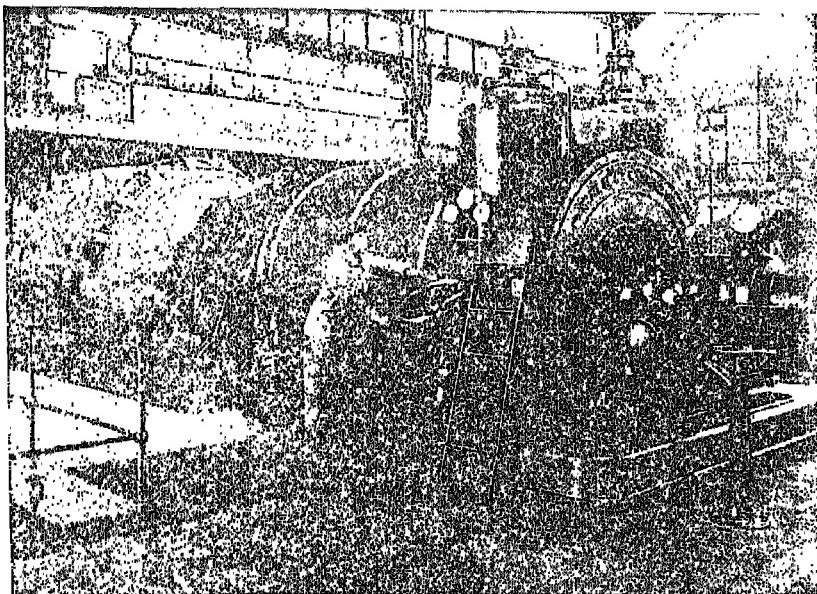


Fig. 5. — Centrale thermique. On voit, au premier plan, une puissante *turbine à vapeur* et au second plan, l'*alternateur* qu'elle actionne.
Le chef de la centrale (à l'échelle de la figure) observe les instruments de mesure pour contrôler l'écoulement de la vapeur dans la turbine dont on lira la description sonore à la page 7.

immédiate. Aussi ne faut-il jamais le toucher, même si, par accident, il est rompu et traîne à terre (fig. 8, page 99).

C'est pourquoi, les lignes à haute tension sont portées par des pylônes en fer de grande hauteur, fixés au sol dans un massif en ciment. (fig. 9).

Chaque câble est nu, mais il est soigneusement isolé de son support par une chaîne de plusieurs isolateurs en porcelaine.

6. La distribution du courant basse tension

En raison de leur danger, les courants à haute tension ne sont jamais utilisés dans les lampes, les moteurs, etc.

Ils sont transformés en courants à 60 000 volts qui alimentent des



Fig. 6. — Barrage d'Eguisheim (Indre) sur la Crueze.

Hauteur de l'eau retenue	60 mètres
Longueur totale du barrage	325
Epaisseur du barrage au pied	60

La Centrale électrique est au pied du barrage (elle est invisible sur cette photographie). L'eau y est amenée par de gros tuyaux d'acier ; elle fait tourner des turbines hydrauliques qui actionnent de puissants alternateurs. À la sortie de la Centrale, l'eau forme la rivière que l'on aperçoit dans le fond.

Au premier plan, divers ouvrages en maçonnerie permettant, à l'aide de vannes, de régler le niveau de l'eau retenue par le barrage et le débit de l'eau dans les turbines.

lignes régionales ; puis en courants à 15 000 volts. Les derniers postes de transformation, ceux que vous voyez dans les villages, reçoivent des courants à 15 000 volts et fournissent les courants à basse tension (110-115 ou 220-230 volts) qui sont distribués dans les maisons des « abonnés au secteur » (fig. 7).

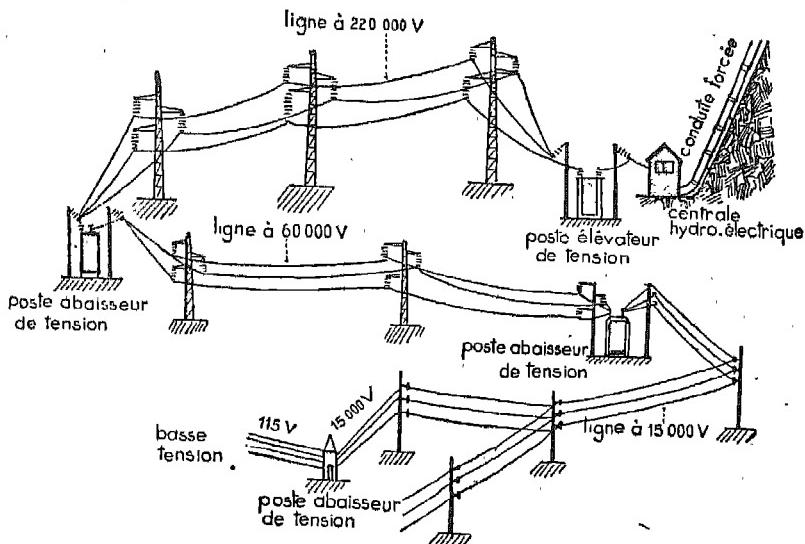


Fig. 7. — Transport à grande distance de l'énergie électrique. L'énergie est transportée par des lignes à haute tension (220 000, 60 000 et 15 000 volts), depuis la centrale hydroélectrique jusqu'aux cabines de transformation à basse tension (115 volts).

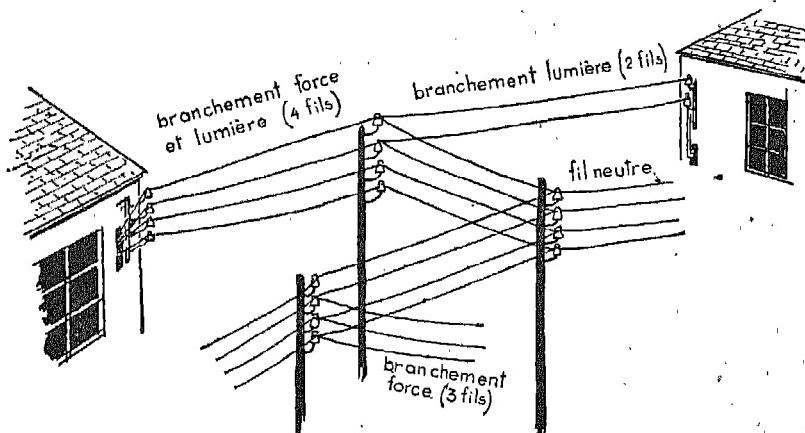


Fig. 8. — Distribution de l'énergie électrique à basse tension (115 volts) par lignes aériennes, à 4 fils (1 fil neutre, 3 fils de phase). Dans les villes, les lignes sont réunies en un gros câble, bien isolé et bien protégé par des enveloppes en tôle de fer et toile goudronnée.

Si l'abonné n'utilise que des appareils de faible puissance (lampes, appareils ménagers), l'énergie électrique leur est amenée par deux fils : un fil neutre et un fil de phase (*branchement lumière*) (fig. 8 et 10).

S'il utilise seulement des moteurs, son branchement comporte 3 fils de phase (*branchement force*).

Un *branchement force et lumière*, est à 4 fils : 3 fils de phase pour la force, et en outre le fil neutre pour les lampes qui sont montées entre ce fil et un fil de phase.

Dans les villes, le réseau à 15 000 volts et le réseau à basse tension sont souterrains pour ne pas gêner la circulation ; dans les campagnes, ils sont aériens, parce que leur installation est moins coûteuse.

III. — RÉSUMÉ

1. Le courant du secteur est un courant alternatif qui change de sens tous les centièmes de seconde.

2. Il est transporté par 2, 3 ou 4 fils, selon les cas. Il se prête mieux au transport lointain que le courant continu; parce qu'il est plus facile de réaliser des tensions élevées entre les fils.

3. Un transformateur est un appareil qui transforme un courant alternatif en un autre, à tension différente : plus élevée ou plus basse, à volonté.

4. Les courants alternatifs sont produits dans des usines appelées centrales électriques, par des alternateurs mûrs par des machines à vapeur (centrales thermiques) ou par des turbines à eau (centrales hydrauliques). Ils sont transportés par des lignes à haute tension (220 000 volts), qui alimentent des lignes à 60 000 volts, lesquelles alimentent de nombreuses petites lignes à 15 000 volts, lesquelles alimentent enfin des lignes à basse tension (115 volts) qui distribuent l'énergie électrique dans les maisons pour l'éclairage et la force motrice.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Quelle est la différence entre le courant produit par une dynamo et celui produit par un alternateur ?

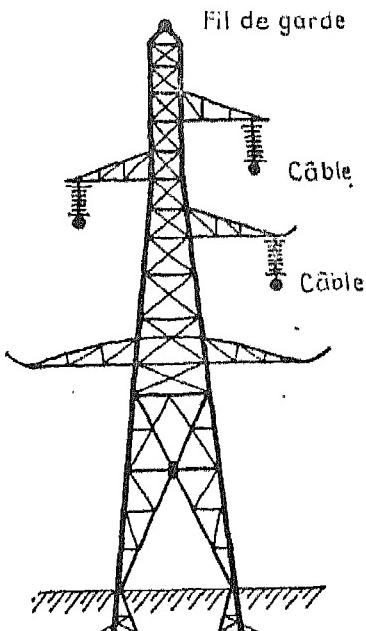


Fig. 9. — Pylône d'une ligne électrique triphasée à 220 000 volts. La hauteur du pylône au-dessus du sol est de 30 mètres ; son poids est de 4 tonnes.

Pourquoi le premier a-t-il reçu le nom de *courant continu* et le second celui de *courant alternatif* ?

2. Combien de fils faut-il pour alimenter un appareil en courant continu ? Et en courant alternatif ?

Un moteur électrique est alimenté par 3 fils ou câbles. Comment désigne-t-on le courant dans ce cas ? — Chaque fil transporte une... du courant.

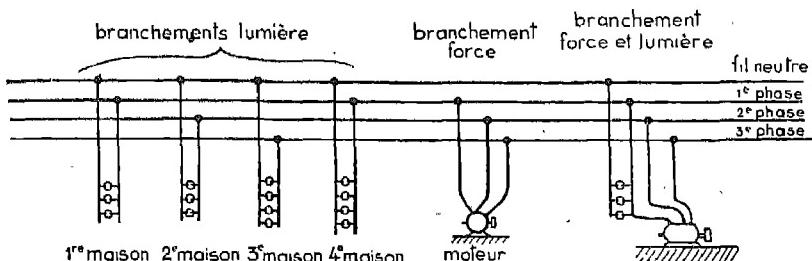


Fig. 10. — Afin d'équilibrer les courants dans les fils de phase, voyez comment sont installés les branchements lumière.

3. Utilise-t-on des courants continus à haute tension ? Et des courants alternatifs ?

Comment appelle-t-on les appareils qui servent à éléver ou à abaisser la tension des courants alternatifs ?

4. Un alternateur fournit une puissance de 50 000 kilowatts, que l'on transporte à grande distance.

Quelle serait l'intensité du courant si la tension était de 100 volts ?

Quelle est l'intensité du courant, la tension étant de 220 000 volts ?

Quel est l'avantage du transport à haute tension ?

5. Si vous habitez une localité où l'énergie électrique est distribuée par des lignes aériennes ; renseignez-vous sur :

la cabine de transformation : où est-elle située ? Pourquoi est-elle formée à clé ? Lisez les instructions affichées sur la porte.

le réseau de distribution basse tension qui amène le courant chez les abonnés : combien de fils comporte-t-il ? Combien de fils amènent le courant chez les abonnés ? Reconnaissiez : le *fil neutre* du réseau (il présente une dérivation dans toutes les maisons qui sont éclairées à l'électricité), les trois fils de phase (qui, à tour de rôle, portent une dérivation accompagnant le fil neutre) (fig. 10).



Fig. 11. — Cet homme est imprudent. Pourquoi ?

Dangers présentés par les courants électriques.

1^o Tout contact d'une partie quelconque du corps humain avec des conducteurs électriques est dangereux et peut être mortel (électrocution) (fig. 11).

2^o Evitez de travailler sur une ligne sous tension. Même pour changer des fusibles ou remplacer une lampe, il est bon d'isoler du reste de l'installation la partie du circuit où l'on travaille, en enlevant les fusibles de sécurité qui protègent cette partie, ou mieux en ouvrant l'interrupteur bipolaire près du compteur.

3^o Dans les cuisines, caves, salles de bains, dans tous les lieux dont le sol est humide ou bon conducteur de l'électricité, évitez l'usage des lampes portatives et, d'une manière générale, les appareils électriques mobiles.

Dans tous les cas, avec toujours soin, dans ces lieux, avant de toucher un conducteur électrique, une lampe, ou un appareil électrique quelconque, de vous isoler du sol par un escabeau, un tabouret, une chaise de bois, un tapis sec.

En touchant un conducteur, une lampe, un appareil électrique, faites attention de ne pas entrer en contact en même temps avec des pièces métalliques reliées à la terre : robinets, radiateurs, canalisation d'eau, de gaz, de vapeur, ou encore avec l'eau d'un évier, d'un lavabo, d'une baignoire.

LECTURE

Description sommaire de la centrale de Génissiat

Construite sur le Rhône, à 20 kilomètres en aval de Bellegarde (à 50 kilomètres en aval de Genève), elle a été mise partiellement en service au début de 1918.

Le débit du Rhône, un peu régularisé par le passage du fleuve dans le lac de Genève, est en moyenne de 395 mètres cubes par seconde. Pour créer une assez grande hauteur de chute (65 mètres) et obtenir une importante réserve d'eau, la vallée est fermée par un barrage très lourd de 105 mètres de hauteur (fig. 12).

L'usine est construite dans ce barrage — 4 turbines à eau reçoivent l'eau du lac artificiel par d'énormes tuyaux en tête épaisse —. Chaque turbine entraîne un alternateur triphasé. La tension entre phases est de 15 000 volts et le courant dans chaque phase peut atteindre une intensité de 2 700 ampères, ce qui correspond à une puissante voisine de 65 000 kilowatts. Un alternateur pèse un peu plus de 700 tonnes.

Les courants produits par chaque alternateur sont envoyés à un poste de transformation qui en élève la tension de 15 000 à 220 000 volts, puis à la ligne haute tension qui les dirige vers Paris (à 425 kilomètres).

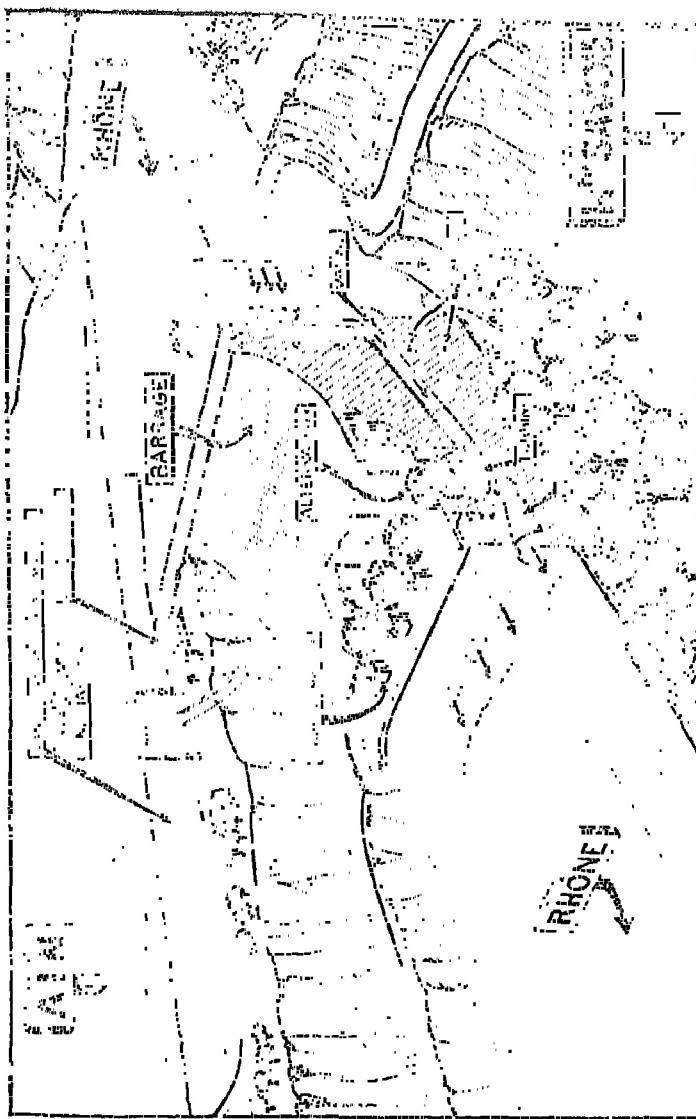


Fig. 12. — Vue en perspective et en coupe partielle du barrage de Génissiat.

VIII. - LES MACHINES D'USAGE COURANT



« ... C'est une chose de fécondité ; par elle, le moindre travail retentit, prend une voix et, même silencieuse, elle garde une claire rumeur à qui sait l'entendre. »

Ch. SILVESTRE.

57^e LEÇON

LES MOTEURS ÉLECTRIQUES

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Citez des machines commandées par des moteurs électriques et que vous avez vu fonctionner : à la maison, à la ferme, dans un atelier, sur la route...
2. Par combien de fils le courant est-il amené à un moteur électrique tri-
- phase ?
3. Quels sont les appareils les plus simples qui sont installés avec un moteur triphasé pour sa commande d'une part, pour sa sécurité d'autre part ?

II. — LEÇON

Les moteurs électriques sont extrêmement répandus.

Il en est qui actionnent des appareils ménagers : *aspirateur de pussières, circuse de parquets, machine à coudre, pendule même* : ils sont de petites dimensions et de faible puissance : quelques dizaines de watts ou 0,1 de cheval-vapeur.

La commande des *machines-outils* des ateliers de mécanique (perçuses, tours, raboteuses...) et des machines agricoles de la ferme (battantes, coupes-racines, pompes...) exige une plus grande puissance : de 0,5 à 4 ou 5 chevaux.

Dans les mines pour remonter les hommes et les bennes de charbon, sur les voies ferrées pour remorquer les trains, il faut des moteurs de plusieurs milliers de chevaux.

Bien que toutes ces machines soient mues par des courants électriques, n'en déduisez pas qu'elles sont construites sur le même modèle et ne diffèrent que par leurs dimensions et leur puissance. Il y a de nombreuses variétés de moteurs électriques, comme il y a de nombreuses races de chevaux. Et, pour un usage déterminé, il y a un type de moteur préférable à tous les autres.

Nous n'en étudierons qu'un : celui qui est le plus répandu dans les fermes et les ateliers d'artisans : le moteur triphasé, ainsi appelé parce qu'il est alimenté par trois fils, chacun de ces fils étant parcouru par une phase du courant alternatif fourni par le secteur¹.

1. Si l'établissement scolaire a un moteur, c'est là que la leçon aura lieu. Sinon, elle pourra faire l'objet d'une classe-promenade : visite à un atelier artisanal ou à une ferme.

En terminant, nous dirons quelques mots des petits moteurs qui actionnent les appareils ménagers.

A. — *Moteurs triphasés.*

1. Examinons un moteur triphasé.

A l'intérieur d'un bâti — le stator — se trouve une partie tournante

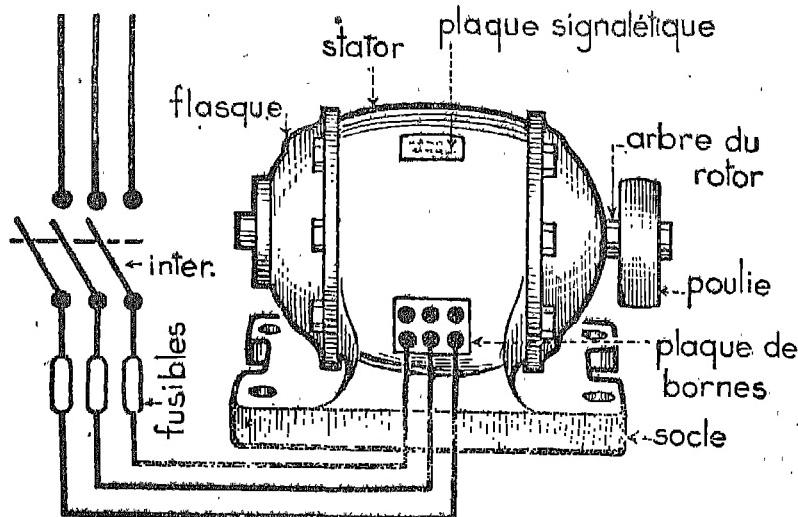


Fig. 1. — Moteur électrique triphasé de faible puissance. Quels sont les appareils accessoires indispensables à son installation ?

nante — le rotor — qui porte une poulie à l'une de ses extrémités. Une courroie relie cette poulie à celle de la machine commandée par le moteur (fig. 1 et 2).

Trois câbles électriques amènent les courants à un interrupteur tri-polaire, et de là, à travers des fusibles, à une plaque de bornes fixée sur le stator.

a) Le stator. — Un socle fait corps avec un cylindre creux, le tout

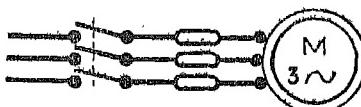


Fig. 2. — Schéma de montage d'un moteur triphasé.
Remarquez à droite, le symbole graphique d'un moteur triphasé à courant alternatif.

en acier coulé. Chaque bout de ce cylindre est fermé par une plaque bombée vers l'extérieur, appelée *flasque*, qui porte en son centre un palier pour l'arbre du moteur.

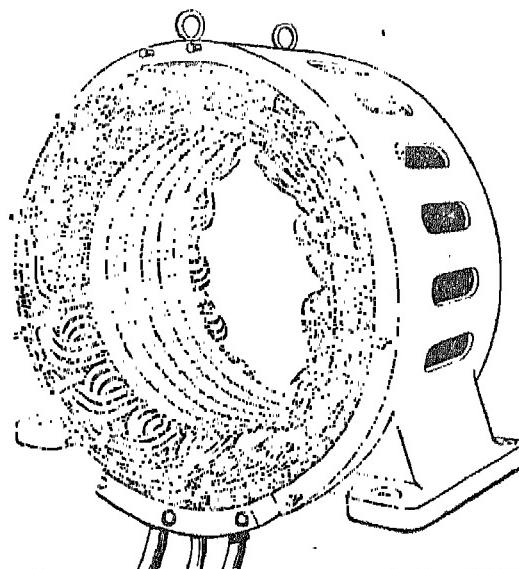


Fig. 3. — Stator d'un moteur triphasé. Les flasques sont enlevées afin de laisser voir les encoches de la paroi intérieure et les enroulements en gros fils de cuivre logés dans ces encoches.

sa surface extérieure, et parallèlement à son axe, sont traversés par des barres de cuivre, dont les extrémités de droite sont soudées à un anneau également en cuivre ; de même les extrémités de gauche. L'ensemble de ces barres et de ces deux anneaux, s'il était séparé du cylindre de tôle, aurait l'apparence d'une cage d'écurie : d'où son nom.

Remarquez que le stator et le rotor sont des organes simples et robustes : un moteur triphasé ne comporte aucune pièce délicate, c'est une machine qui ne s'use pas : un simple graissage des paliers, de temps à autre, suffit à la maintenir en bon état.

Remettions le rotor en place, en ayant soin que le très faible intervalle, ou *entrefer* (fig. 5), qui le sépare du stator ait partout la même épaisseur (environ 1/2 millimètre). Il tourne alors très librement dans ses paliers¹, sans frotter contre le stator.

1. Ces paliers ont des roulements à billes sur les moteurs les mieux construits.

Enlevons les *flasques* et le *rotor*. L'intérieur du stator apparaît, cylindrique, creusé de rainures ou encoches parallèles à l'axe, où sont logés des fils électriques formant en général de grosses bobines. Les extrémités de ces fils aboutissent à trois bornes de la plaque de bornes (fig. 3 et 6).

b) Le rotor. — Un arbre en acier doux porte un cylindre fait de disques en tôles de fer mince, empilés et fortement serrés les uns contre les autres (fig. 4).

Des trous, percés dans le cylindre, près de

Le moteur employé dans une ferme est souvent monté sur une disques de tôle

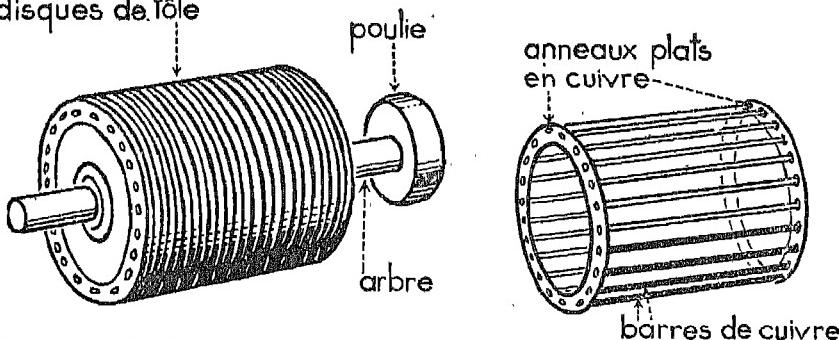


Fig. 4. — Rotor de moteur triphasé de faible puissance, dit à cage d'écureuil.
A gauche, partie en fer du rotor; l'arbre porte un cylindre fait de disques de tôle mince empilés et fortement serrés les uns contre les autres.
A droite, cage d'écureuil, en cuivre. Elle se loge dans la partie en fer qui, pour la recevoir, est percée près de sa surface extérieure, de trous parallèles à l'axe.

brouette qui permet de le transporter auprès de la machine à actionner : batteuse, scie, coupe-racines...

2. Expérimentons avec un moteur à vide, c'est-à-dire courroie enlevée.

Il va donc tourner sans entraîner aucune machine : « à vide », comme disent les électriciens.

a) Fermons l'interrupteur tripolaire. Le rotor démarre brusquement et atteint presque aussitôt sa vitesse normale. Notons le sens de rotation : celui des aiguilles d'une montre, par exemple.

Ouvrons l'interrupteur : le rotor ralentit, puis s'arrête.

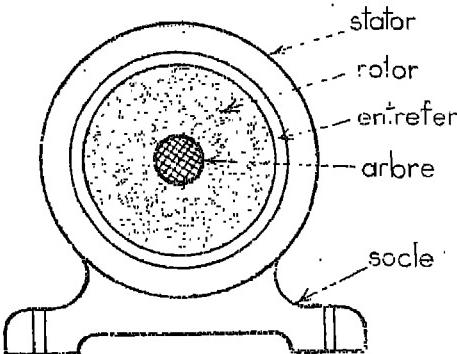
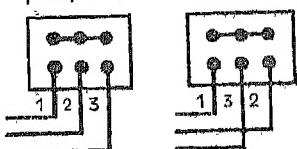


Fig. 5. — Coupe d'un moteur triphasé par un plan perpendiculaire à l'axe.
Ni les enroulements du stator, ni la cage d'écureuil du rotor ne sont représentés. L'enrouleur est très grossi.

Mise en route et arrêt se font donc de la façon la plus simple : en fermant ou en ouvrant un simple interrupteur.

b) Changeons les connexions de deux câbles à la plaque de bornes plaque de bornes



poulie

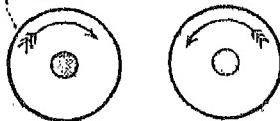


Fig. 6. — Plaques de bornes d'un moteur triphasé. Pour changer le sens de rotation du rotor, il suffit d'intervenir sur les connexions de deux qui transportent le courant.

(fig. 6), lorsque l'interrupteur est ouvert et le moteur arrêté bien entendu. Le changement fait, fermons l'interrupteur : le moteur tourne en sens contraire des aiguilles d'une montre.

On peut donc, à volonté et sans difficulté, changer le sens de rotation d'un moteur triphasé : ce qui est important, car il faut que la machine commandée, une scie par exemple, tourne dans le bon sens.

c) Mesurons la vitesse de rotation.

Il faut avoir un *tachymètre*¹, instrument dont l'usage est des plus faciles. Le rotor fait probablement un peu moins de 1 500 tours par minute (par exemple, 1 485) : c'est la vitesse la plus courante. Mais certains moteurs font près de 3 000 tours, d'autres 1 000... Remarquez que 1 500, 1 000, 750... sont des sous-multiples de

3 000. Remarquez aussi que rien ne permet d'augmenter ou de diminuer cette vitesse ; elle ne dépend que du nombre de bobines logées dans les rainures du stator.

Un moteur triphasé tourne à une seule vitesse.

d) Mesurons l'énergie électrique qu'il consomme en 1 heure.

1^o Un premier moyen est de le faire tourner pendant une heure, ou une demi-heure et de relever les chiffres du compteur avant et après -- le moteur étant le seul appareil électrique en service pendant cette expérience.

2^o Un procédé plus rapide consiste à compter le nombre de tours du disque du compteur pendant 2 minutes (on se sert d'une montre à secondes) : soit 29 tours. La plaque signalétique du compteur porte par exemple :

$$1 \text{ tour de disque} = 0,28 \text{ watt-heure}.$$

En 2 minutes, la moteur consomme $0,28 \times 20 = 8,1$ watt-heures.

En 1 heure, le moteur consomme 30 fois plus ou

$$8,1 \times 30 = 243 \text{ watt-heures} = 0,24 \text{ kilowatt-heure}.$$

REMARQUE. — Toute cette énergie électrique fournie par le courant du secteur est transformée en chaleur.

1. Si l'école n'en a pas, le Professeur peut en emprunter un chez un industriel.

- 1^o dans les fils électriques des bobines du stator, qui s'échauffent ;
- 2^o dans le frottement de l'arbre du rotor sur les coussinets des paliers.

3. Expérimetons avec notre moteur en charge.

Le moteur étant arrêté, remettons en place la courroie pour qu'il entraîne une machine-outil ou une machine agricole. Il va donc fonctionner « en charge ».

Répétons les expériences précédentes.

a) Fermons l'interrupteur : le moteur démarre, mais plus lentement qu'à vide. Ouvrons l'interrupteur : il s'arrête plus vite.

L'explication est simple et immédiate : c'est qu'il entraîne la machine à laquelle il est relié par la courroie et que cette charge ralentit son allure.

b) Pour la même raison, il tourne un peu moins vite : s'il faisait par exemple 1 485 tours par minute à vide, il n'en fait plus quo 1 440 environ. Plus on fait travailler la machine qu'il commande, autrement dit plus on la charge, plus il ralentit. Mais la diminution de vitesse est relativement faible et l'on peut dire, en gros, qu'un moteur triphasé tourne à une vitesse sensiblement constante, quelle que soit sa charge.

c) Mesurons de nouveau l'énergie qu'il consomme en une heure ; nous trouvons ici environ 1 kilowatt-heure. En charge, il consomme donc beaucoup plus qu'à vide.

La différence mesure le travail qu'il fournit à la machine qu'il commande. Elle est ici égale à

$$1\ 000 - 246 = 754 \text{ watt-heures}$$

pour chaque heure de marche. Ce qui correspond à une puissance de 754 watts, soit à peu près 1 cheval-vapeur. Le moteur expérimenté est donc un moteur de 1 cheval.

REMARQUE. — Si l'on charge trop le moteur, les courants fournis au stator deviennent trop intenses et risquent de le brûler : les fusibles le protègent contre cet accident.

4. Les moteurs triphasés de forte puissance sont un peu plus compliqués.

Le rotor n'est plus à cage d'écrouïl. Il porte des bobines comme le stator (rotor bobiné), ce qui complique sa construction.

De plus, un appareil appelé **rhéostat de démarrage** (ou simplement **démarrleur**), permet d'intercaler des résistances sur le circuit de ces bobines, pendant le démarrage. Pour mettre le moteur en route, on tourne lentement une manette de ce démarreur.

L'avantage de ces moteurs triphasés à rotor bobiné est d'éviter un appel de courant trop fort pendant le démarrage, ce qui produit des perturbations de tension électrique sur le réseau du secteur et, par suite, contrarie le fonctionnement des autres appareils branchés sur ce secteur (des lampes notamment).

5. Applications des moteurs triphasés.

a) Les moteurs à cage d'écureuil sont de construction simple et n'exigent comme accessoires qu'un interrupteur tripolaire avec fusibles (fig. 1). Aussi sont-ils robustes et relativement bon marché.

Ce sont les moteurs les plus employés : *dans les ateliers*, pour la commande individuelle des machines-outils de faible puissance ; *dans les fermes*, où ils sont soit à poste fixe (pompes), soit portés par une brouette ce qui permet de les déplacer pour commander différentes machines (scie circulaire, coupe-racines, trieur, concasseur, meule pour aiguiser les lames des faucheuses, etc.).

b) Les moteurs triphasés à rotor bobiné sont utilisés pour la commande des machines puissantes : batteuses agricoles (4 à 8 chevaux), arbres de transmission des ateliers, actionnant plusieurs machines-outils... etc.

B. — Moteurs universels.

Ce sont des moteurs de très petite taille --- et par suite de très faible puissance ($1/20$ ou $1/10$ de cheval) --- avec lesquels on équipe certains appareils ménagers (machines à coudre, aspirateurs de poussière, petits ventilateurs, séche-cheveux), ainsi que des outils portatifs (lendeuses pour moutons, chevaux..., petites perceuses, etc.).

Le courant y est amené par deux fils seulement, comme à une lampe, et ils fonctionnent aussi bien avec du courant continu qu'avec du courant alternatif (courant lumière), à condition toutefois que la tension soit la même (110-115 volts en général).

On les branche sur une simple prise de courant, et un interrupteur, commandé par un bouton, permet ou de les mettre en marche ou de les arrêter.

L'avantage d'être universels, c'est-à-dire de fonctionner sur courant continu ou alternatif, est compensé par de graves défauts : ils se déforment vite, par suite de la production d'éclippes électriques qu'on ne peut éviter, et ils consomment beaucoup d'énergie par rapport au travail qu'ils fournissent. C'est la raison pour laquelle on n'en construit que de très faible puissance.

III. — RÉSUMÉ

1. Il existe de nombreux types de moteurs électriques, chaque type convenant à un usage déterminé.

Le plus répandu est le moteur triphasé, alimenté par trois fils qui lui amènent des courants alternatifs fournis par le secteur.

2. Un moteur triphasé comporte un bâti fixe (stator) à l'intérieur duquel tourne une partie mobile (rotor).

Trois câbles électriques amènent les courants au stator. Un appareil de commande (interrupteur tripolaire) et un de sécurité (3 fusibles) sont les seuls accessoires des moteurs à cage d'écureuil.

3. Pour changer le sens de rotation, il suffit d'intervertir, à la plaque de bornes, les connexions des deux fils amenant les courants.

4. La vitesse de rotation d'un moteur triphasé diminue quand on le charge, mais très peu.

L'énergie électrique qu'il consomme augmente à mesure qu'on le charge.

5. Les moteurs à rotor bobiné sont plus puissants que les moteurs à cage d'écureuil ; ils sont accompagnés d'un démarreur ou rhéostat de démarrage.

6. Les moteurs universels, de très petite taille et de très faible puissance, fonctionnent sur courant continu ou alternatif. Ils équipent les appareils ménagers, et se branchent sur une prise de courant, comme un fer à repasser.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Combien de fils électriques amènent les courants à un moteur triphasé ? Quels sont les accessoires (appareil de commande et appareils de sécurité) ? Dessinez le schéma de montage de ce moteur.

2. Un moteur triphasé ne fait pas tourner dans le sens convenable la meule ou la scie circulaire qu'il commande. Que faites-vous après avoir coupé les courants à l'interrupteur ?

3. Un cheval attelé à un char lourdement chargé donne un bon coup de collier pour le démarrer ; il en est de même pour un moteur. Qu'en résulte-t-il pour l'intensité des courants qui lui sont fournis ? Que pourrait-il arriver dans les enroulements du stator ? Que signifie l'expression « ce moteur est grillé » ? Qu'est-ce qui protège un moteur contre cet accident ?

4. Quel genre de moteur triphasé emploie-t-on pour les batteuses agricoles, et d'une façon générale pour commander des machines puissantes ? Comment les fait-on démarrer ?

(Ne pas oublier, à l'arrêt, de ramener la manette du rhéostat à sa première position).

Pourquoi faut-il tourner lentement la manette du démarreur ? La tourner brusquement, sans donner au rotor le temps de prendre de la vitesse, n'est-ce pas supprimer l'effet du démarreur ?

Par contre, lorsqu'on veut arrêter le moteur on peut, sans inconvenients, la ramener brusquement à sa position « arrêt ».

5. Un moteur triphasé à cage d'écureuil ne démarre pas lorsque vous fermez l'interrupteur : que devez-vous faire en présence de cette panne ?

La panne peut provenir :

a) d'une panne de courant : vérifiez que les lampes branchées sur le même secteur s'allument normalement.

b) des fusibles : l'un d'eux peut être fondu ; les fils peuvent être détachés des bornes ou mal serrés ; serrez toutes les vis des bornes ;

c) de l'interrupteur : vérifiez que les vis des bornes sont serrées à bloc : — que les couteaux frottent énergiquement contre les mâchoires (avant cette vérification coupez le courant soit à l'interrupteur général, soit à la prise de courant).

d) de la ligne qui amène les courants. S'il n'y a pas de panne de courant, et l'interrupteur étant ouvert, branchez une lampe portative sur deux bornes d'arrivée du courant à l'interrupteur : il suffit de toucher chaque borne avec le bout dénudé de l'un des fils allant à la lampe. Si elle ne s'allume pas, c'est que l'un des fils de ligne connectés à ces bornes est coupé quelque part.

e) du moteur. Vérifiez que le rotor tourne très facilement en agitant avec la main sur la poulie (après avoir enlevé la courroie) ; sinon nettoyez le moteur ; après l'avoir démonté comme il a été dit § I.

Si aucune des causes de panne qui viennent d'être signalées n'est reconnue, c'est que le stator est probablement grillé, ou que l'un de ses enroulements est coupé. Un électricien peut le réparer.

6. Renseignez-vous sur les tarifs pratiqués dans votre localité :

1^e pour le courant lumière ;

2^e pour le courant fort.

LA MACHINE A VAPEUR

II. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Avez-vous observé une marmite dans laquelle on chauffe de l'eau et dont le couvercle se soulève et retombe en produisant un ronflement ? Qu'est-ce qui s'échappe de la marmite ? Qu'est-ce qui soulève le couvercle ?
2. Que voit-on lorsque le mécanicien fait siffler sa locomotive ? Que pouvez-vous conclure de la violence du jet de vapeur ?
3. Examinez le mécanisme qui, dans une machine à coudre ou une machine actionnée par le pied, transforme en mouvement de rotation le mouvement de va-et-vient de la pédale. — Dessinez-le et expliquez son fonctionnement. — Combien la manivelle fait-elle de tours pour un mouvement de va-et-vient de la pédale ?
4. Vous avez vu fonctionner des machines à vapeur. Quels services rendent-elles ?

III. — LEÇON

Qui n'a vu un train emporté à toute vitesse par une locomotive, une batteuse agricole actionnée par une locomobile ? Parce qu'il n'en existe pas de faible puissance et parce qu'elles sont encombrantes, on n'utilise pas les machines à vapeur dans les petits ateliers d'artisans, ni dans les fermes (sauf pour les battages). Mais on ne peut les remplacer pour faire tourner les alternateurs des centrales thermiques ; et on les emploiera encore longtemps pour la traction des trains de chemin de fer, la commande des machines-outils des grands ateliers de construction mécanique... etc.

Elles sont en outre intéressantes parce qu'elles nous offrent une belle application de transmission de mouvement.

A. — Propriétés de la vapeur d'eau.

1. Des observations familières montrent que la vapeur d'eau peut provoquer des mouvements.

1^o La vapeur de l'eau qui bout dans une marmite soulève le couvercle pour s'échapper au dehors.

2^e *Expérience.* — Ce tube à essai contient un peu d'eau (fig. 1). Il est fermé par un bouchon de liège légèrement graissé.

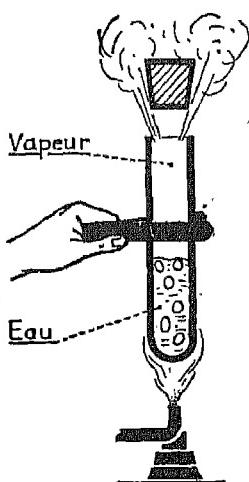


Fig. 1. — La force de pression de la vapeur d'eau fait sauter le bouchon.

Chaussons l'eau : le bouchon finit par sauter !

C'est la vapeur produite qui le lance ainsi. Elle presse la base du bouchon, avec une force de plus en plus grande, à mesure que la température de l'eau s'élève ; cette force finit par vaincre la force due à la pression atmosphérique, qui tend à enfouir le bouchon, et la force de frottement du bouchon sur les parois du tube.

Des expériences que l'on ne peut répéter en classe montrent que si l'on chauffe de l'eau dans un récipient clos :

1^e la température de l'eau et de la vapeur s'élève au dessus de 100°.

2^e la pression exercée par la vapeur, c'est-à-dire la force avec laquelle elle repousse chaque centimètre carré des parois du récipient, croît rapidement à mesure que la température s'élève.

Températures de l'eau et de la vapeur	100°	120°	140°	160°	200°	250°
Pressions exercées par la vapeur en kilogrammes par cm ²	1	2	4	7	16	40

C'est la force de pression de la vapeur d'eau à haute température qu'on utilise dans la machine à vapeur.

B. — *La machine à vapeur à piston.*

1. Les trois organes essentiels d'une machine à vapeur.

La figure 2 vous les montre. Ce sont (fig. 2) :

1^e une chaudière ou générateur de vapeur ;

2^e un cylindre creux avec piston mobile ;

3^e un système bielle-manivelle, qui transforme le mouvement

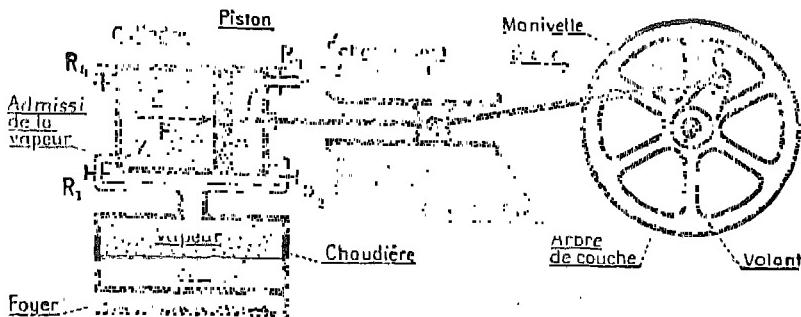


Fig. 2. — Déscrivez, d'après ce schéma, les parties essentielles d'une machine à vapeur : chaudière, cylindre avec piston, glissière fixe servant de guide à la tige du piston articulée sur le coulisseau, mécanisme bielle-manivelle transformant le mouvement rectiligne alternatif de la tige du piston en mouvement de rotation de l'arbre de couche.

rectiligne alternatif du piston en mouvement circulaire continu d'un arbre.

2. La chaudière produit de la vapeur à haute pression.

Elle est close et contient de l'eau. Un foyer la chauffe ardemment. La température de l'eau monte bien au-dessus de 100°; elle se vaporise, et sa vapeur acquiert une grande pression: 16 kg/cm² par exemple.

Chaque chaudière présente les accessoires suivants (fig. 3) :

une souape de sûreté, que la vapeur soulève pour s'échapper bien avant que sa pression soit suffisante pour faire éclater les parois;

un manomètre, appareil analogue à un baromètre métallique; il indique la pression de la vapeur;

un tube de niveau, qui indique au mécanicien conducteur de la machine le niveau de l'eau dans la chaudière

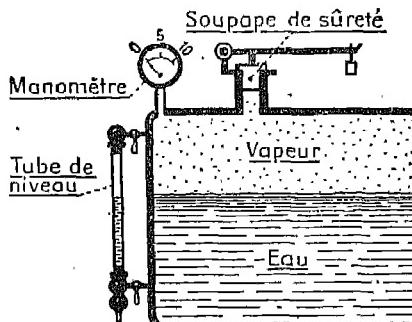


Fig. 3. — Principaux accessoires d'une chaudière de machine à vapeur : tube de niveau d'eau, manomètre, souape de sûreté.

3. La vapeur passe de la chaudière dans le cylindre où elle met le piston en mouvement.

Le cylindre est creux. Une cloison métallique épaisse et mobile, appelée piston, le partage en deux compartiments. Des tuyaux amincissent la vapeur tantôt dans le compartiment de gauche, tantôt dans celui de droite.

1^o Quand elle est admise dans celui de gauche, celui de droite communique avec l'atmosphère : robinets R₁ et R₂ ouverts, R₃ et R₄ fermés (fig. 2).

Sur sa face gauche, le piston est poussé par la vapeur avec une grande force. Par exemple, si la pression de la vapeur est 16 kg/cm² et la surface du piston 1 000 cm², la poussée est : $F = 16 \times 1 000 = 16 000 \text{ kg}$: *elle pousse le piston vers la droite.*

Sur sa face de droite, le piston n'est soumis qu'à la pression atmosphérique, environ 1 kg/cm², puisque le compartiment de droite communique avec l'atmosphère. La force f qui le pousse vers la gauche est donc : $f = 1 \times 1 000 = 1 000 \text{ kg}$.

Les forces F et f sont opposées ; c'est la plus grande qui l'emporte : *le piston se déplace de la gauche vers la droite comme s'il n'était soumis qu'à l'action d'une seule force égale à :*

$$F - f = 16 000 - 1 000 = 15 000 \text{ kilogrammes.}$$

Quand il arrive au fond du cylindre, à droite, la machine ferme elle-même les robinets R₁ et R₂ et ouvre les robinets R₃ et R₄.

2^o La vapeur arrive alors dans le compartiment de droite et c'est celui de gauche qui communique avec l'atmosphère.

Le piston est poussé vers la gauche avec une force de 15 tonnes, comme précédemment.

Quand il arrive au fond gauche du cylindre, R₃ et R₄ se ferment, R₁ et R₂ s'ouvrent à nouveau. Le piston repart vers la droite.

Il prend donc un mouvement incessant de va-et-vient : c'est un **mouvement rectiligne alternatif**,

4. Le mécanisme bielle-manivelle transforme le mouvement rectiligne alternatif du piston en mouvement circulaire continu d'une roue.

a) *Description.* — Le piston porte une grosse tige cylindrique A B qui traverse le fond du cylindre par un orifice rendu étanche à la vapeur, (*presse-toupe*).

L'extrémité B est articulée à une longue barre d'acier appelée bielle ; l'autre bout de la bielle C est lui-même articulé à une manivelle C D (fig. 2, 4 et 5).

Cette manivelle est solidaire d'une pièce cylindrique horizontale en acier, l'arbre de couche, que supportent des paliers fixes. Le seul mouvement possible de cet arbre est

une rotation autour de son axe géométrique D.

b) Fonctionnement. — Vous avez tous vu fonctionner le mécanisme bielle-manivelle d'une machine à coudre, d'une meule de rémouleur.

La figure 5 nous montre comment le mouvement de la tige A B du piston fait tourner la manivelle C D, et par suite l'arbre de couche, d'un mouvement circulaire continu.

REMARQUE. — Lorsque le piston est à l'une de ses positions extrêmes (fig. 5 : positions 1 et 3), la bielle se trouve dans le prolongement de la manivelle et ne peut plus la faire tourner. Ce sont les points morts du mécanisme. Un volant, c'est-à-dire une grosse roue très lourde, portée par l'arbre de couche, et qui par conséquent tourne avec cet arbre, entraîne alors cet arbre, qui à son tour entraîne la bielle : ainsi sont franchis les points morts.

5. Les applications de la machine à vapeur.

a) Beaucoup d'usines ont encore des machines à vapeur fixes. L'arbre de couche porte, avec le volant,

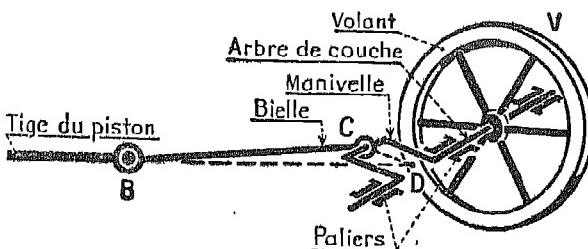


Fig. 4. — Mécanisme de transmission de mouvement. L'arbre de couche, porté par les paliers, présente une partie coudée ou manivelle. L'extrémité C de la bielle (tête de bielle) est articulée sur la manivelle ; l'autre extrémité B (pied de bielle) est articulée sur la tige du piston (fig. 2).

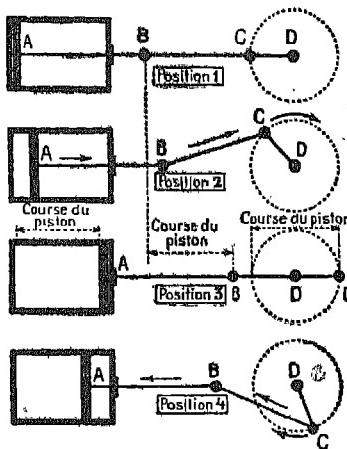


Fig. 5. — Fonctionnement du mécanisme bielle-manivelle. Expliquez d'après cette figure comment un aller et retour du piston provoque une rotation complète de l'arbre de couche D, vu ici en bout.

une poulie qui à l'aide d'une courroie, commande un arbre de transmission et par son intermédiaire des machines-outils : fours, perceuses, raboteuses, etc.

b) Certaines machines à vapeur, qui sont fixes pendant leur travail, sont montées sur chariot, ce qui permet de les transporter facilement ; ce sont des locomobiles, telles que celles qui vont d'une ferme à l'autre battre le blé.

c) Les locomotives sont des machines à vapeur montées sur roues. Deux de ces roues (*roues motrices*) sont fixées sur l'arbre de couche et sont entraînées dans son mouvement de rotation ; elles roulent sur des rails et entraînent des wagons montés sur des *roues porteuses*.

C. — La turbine à vapeur.

1. Les machines à vapeur modernes sont des turbines.

Expérience. — Collez des ailettes sur le pourtour d'un disque en carton (fig. 6). Montez le disque sur une aiguille à tricoter passant exactement au centre, afin qu'il soit bien équilibré et reste immobile quelle que soit sa position.

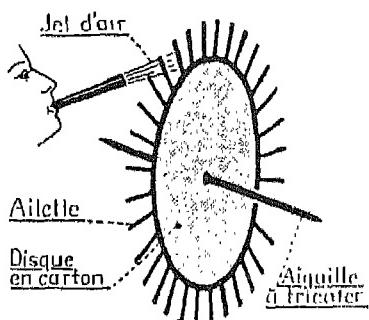


Fig. 6. — Le disque tourne autour de son axe (aiguille à tricoter) quand on souffle sur les ailettes de son pourtour.

Soufflez maintenant sur les ailettes à l'aide d'un tube ; le disque se met à tourner.

Tel est le principe de la turbine à vapeur.

Description. — Une roue plate, en acier, mobile autour d'un axe horizontal, porte sur sa jante des palettes courbes ou aubes (fig. 7) : c'est le rotor de la turbine.

La vapeur à haute pression, venant de la chaudière, s'échappe par des tuyères fixes avec une énorme vitesse, (500 mètres par seconde environ), bien supérieure à la vitesse du vent des plus violents ouragans. Elle frappe les aubes du rotor qui se trouve entraîné à grande vitesse (fig. 8).

Les turbines à vapeur sont de construction plus simple que les machines à piston. Mais elles ont l'inconvénient de tourner très vite :

elles font jusqu'à 10 000 tours par minute, ce qui limite leur emploi. Elles sont surtout utilisées pour actionner les hélices des gros navires et les puissants alternateurs des centrales thermo-électriques (fig. 9).

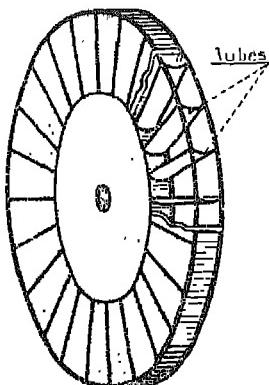


Fig. 7. — Rotor ou roue de turbine à vapeur. Remarquez sur le pourtour, les aubes de forme concave. (Quelques unes seulement sont dessinées).

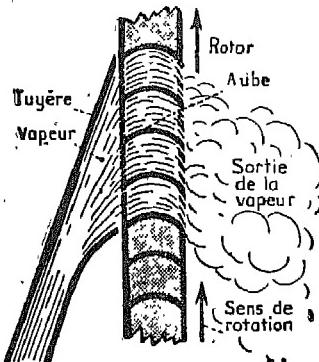


Fig. 8. — La vapeur d'eau sort de la tuyère avec une vitesse qui peut atteindre 500 mètres par seconde. Elle frappe les aubes du rotor et leur communique une grande vitesse. (La figure ne représente qu'une petite partie du rotor).

III. — RÉSUMÉ

1. Une machine à vapeur se compose essentiellement :

1^o d'une chaudière ou générateur de vapeur à haute pression.

2^o d'un cylindre dans lequel la vapeur pousse le piston tantôt à droite, tantôt à gauche (mouvement rectiligne alternatif).

3^o d'un mécanisme bielle-manivelle qui transforme le mouvement rectiligne alternatif du piston en mouvement circulaire continu de l'arbre de couche de la machine.

Une telle machine est dite machine à vapeur à piston ou machine alternative.

2. Une turbine est une machine à vapeur rotative. Elle se compose :

1^o d'un générateur de vapeur à haute pression ;

2^o d'une roue mobile portant des aubes sur sa jante ;

3^o de tuyères par lesquelles la vapeur sort à grande vitesse : elle frappe les aubes de la roue mobile qui prend un mouvement de rotation très rapide.

Les turbines sont des machines très puissantes qui sont surtout utilisées sur les grands bateaux et dans les centrales thermiques.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Tracer le graphique représentant la pression de la vapeur d'eau aux températures comprises entre 100 et 250° (courbe régulière sans point anguleux). S'aider du tableau page 464. Echelles : des températures : 1 cm pour 10°; des pressions : 1 cm pour 5 kg/cm².

Application : compléter le tableau (page 464) en marquant les pressions de 5° en 5° entre 100 et 200°.

2. Quels sont les organes essentiels d'une machine à vapeur à piston ? Dessinez-les schématiquement.

3. Faites un schéma du mécanisme : tige de piston, bielle, manivelle, arbre de couche.

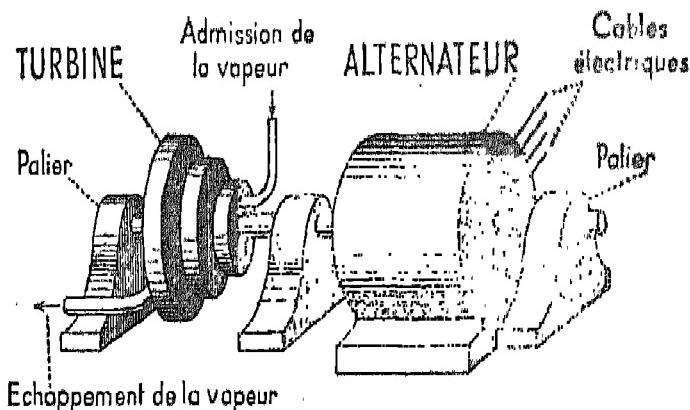


Fig. 9. — Schéma d'un turbo-alternateur. Une machine à vapeur (turbine) fait tourner le rotor d'un générateur électrique (alternateur). Les turbo-alternateurs sont des machines énormes, extrêmement puissantes, qu'on ne rencontre que dans les centrales électriques thermiques. (fig. 6, page 445).

Montrer que pour une course aller et retour du piston, l'arbre de couche fait un tour.

4. Quel est le rôle du volant dans une machine à vapeur à piston ?

5. A l'occasion, observez le chauffeur d'une machine à vapeur fixe ; notez ses gestes concernant la conduite de la machine, efforcez-vous de comprendre leur nécessité.

Comment met-il la machine en route ? Comment l'arrête-t-il ?

59^e LECON

LE MOTEUR A EXPLOSION

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Rappelez ce qu'on entend par combustible. Citez des combustibles solides, liquides, gazeux.
Qu'est-ce qu'une combustion ? Quel est le gaz qui entretient les combustions ? Existe-t-il dans l'air ? En quelle proportion ?
2. Décrivez l'essence minérale : couleur, transparence, odeur, toucher (une goutte entre le pouce et l'index), saveur (une trace sur la langue), densité (quelques gouttes dans un verre d'eau).
Versez quelques gouttes d'essence dans un couvercle de boîte à cirage. (*Bouchez le flacon d'essence et éloignez-le.*) Approchez lentement une allumette enflammée : une flamme jaillit avant que l'allumette ait touché l'essence. Qu'est-ce qui brûle ? —
- Concluez : l'essence est un liquide très volatil, dont les vapeurs brûlent en dégageant beaucoup de chaleur¹.
3. Versez quelques gouttes d'essence dans un tube à essai ; attendez qu'elles se soient volatilisées, puis approchez de l'ouverture du tube la flamme d'une allumette. Que se produit-il ?
À quelle condition un combustible gazeux peut-il brûler instantanément dans toute sa masse, c'est-à-dire *exploser* ?
4. Comment un motocycliste s'y prend-il pour mettre son moteur en route ? Un automobiliste ne procède-t-il pas quelquefois de la même façon ? Concluez : pour qu'un moteur à explosion fonctionne, il faut le lancer.

II. — LECON

Le gaz d'éclairage, le grisou, les vapeurs d'essence minérale provoquent chaque année des explosions qui tuent des hommes et font d'énormes dégâts. Comment de telles catastrophes peuvent-elles se produire ? Et comment a-t-on pu construire des moteurs à explosion ?

1. Qu'est-ce qu'une explosion ?

Les combustibles : solides, liquides ou gazeux, ne peuvent brûler qu'à leur surface de contact avec l'air (fig. 1).

1. L'essence minérale est un corps composé de carbone et d'*hydrogène*, c'est-à-dire de deux éléments combustibles.

Mais si un gaz combustible est mélangé d'air il peut brûler dans toute sa masse ; il suffit de l'entammer en un point pour que la combustion se propage, presque instantanément, dans tout le mélange (fig. 2).

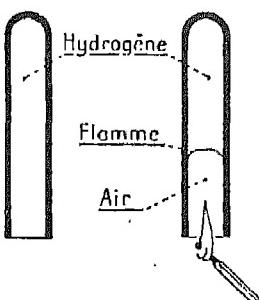


Fig. 1. — Comme un solide ou un liquide, un gaz combustible brûle progressivement à mesure que l'air arrive à son contact.

triser ce phénomène et à utiliser la force d'expansion des mélanges explosifs gazeux pour produire des effets mécaniques utiles : ils ont créé le moteur à explosion.

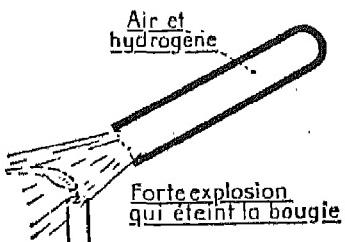


Fig. 2. — Un combustible au contact d'une forte explosion.

Tel est le mécanisme d'une explosion. Des hommes de génie ont réussi à maîtriser ce phénomène et à utiliser la force d'expansion des mélanges explosifs gazeux pour produire des effets mécaniques utiles : ils ont créé le moteur à explosion.

2. Description du moteur à explosion.

Nous y retrouvons deux organes essentiels de la machine à vapeur à piston.

1^o Un cylindre creux, avec piston mobile ; mais le cylindre n'est fermé qu'à un bout (fig. 3).

2^o Un mécanisme bielle-manivelle, servant encore à transformer le mouvement de va-et-vient du piston (mouvement rectiligne alternatif) en mouvement circulaire continu d'un arbre appelé arbre moteur. Cet arbre porte un lourd volant dont il est solidaire, qui tourne donc avec lui.

Deux tuyaux débouchent dans le haut du cylindre. L'un y amène le mélange explosif de vapeur d'essence et d'air ; son orifice porte une soupape dite soupape d'admission. Par l'autre s'échappent les produits

1. Un tel mélange est dit mélange détonant.

de la combustion de ce mélange (ou gaz brûlés) ; son orifice porte la soupape d'échappement.

Enfin, un appareil électrique, la bougie, permet de faire éclater une étincelle électrique et de provoquer ainsi, au moment voulu, l'explosion du mélange gazeux combustible.

3. Fonctionnement d'un moteur à explosion : cycle à quatre temps.

Voici un moteur *en marche*. Le piston va et vient dans le cylindre comme celui d'une machine à vapeur. Suivons-le pendant 2 allers et retours consécutifs, soit 4 courses ou 4 temps (fig. 4).

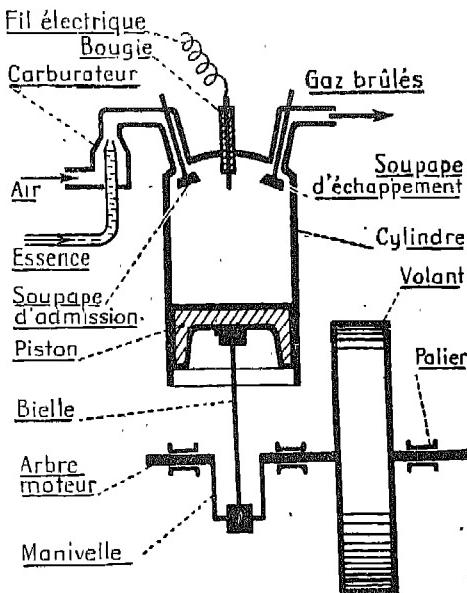


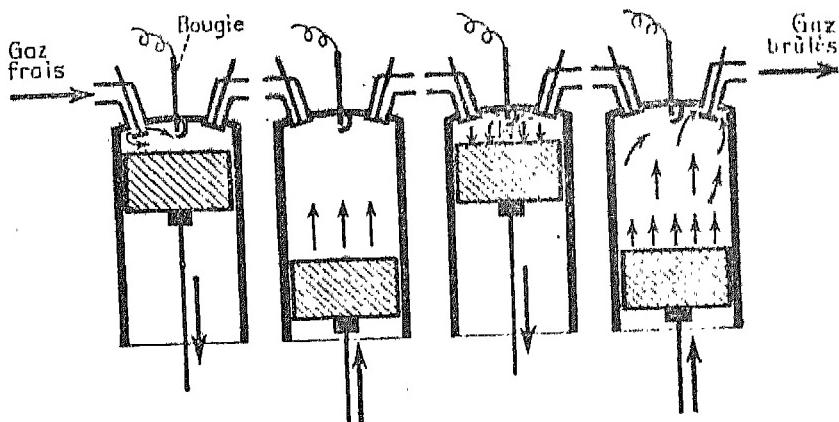
Fig. 3. — Schéma des organes essentiels d'un moteur à explosion.

1^{er} Temps : Admission. — Le piston est à bout de course, en haut. Grâce au volant qui continue à tourner en entraînant l'arbre moteur, la manivelle et la bielle, il est tiré par celle-ci jusqu'en bas du cylindre. La soupape d'échappement reste fermée. La soupape d'admission est ouverte : le piston, qui descend, laisse derrière lui un vide partiel qui aspire le mélange gazeux combustible (*gaz frais*) ; le cylindre s'empile de ce mélange.

2^e Temps : Compression. — Toujours entraîné par le volant, le piston remonte. Les deux soupapes sont alors fermées. Le mélange gazeux est comprimé au fond du cylindre, dans un petit espace appelé chambre d'explosion.

3^e Temps : Explosion et détente. — Une étincelle électrique éclate alors entre les deux électrodes de la bougie. Le mélange gazeux explose. Les gaz brûlés, portés à haute température par la chaleur dégagée, se dilatent et repoussent fortement le piston pendant qu'il descend jusqu'en bas.

Pendant toute cette course, le piston pousse la bielle, qui pousse la manivelle qui entraîne l'arbre moteur et lance un bon coup le volant.



1 ^{er} TEMPS ADMISSION	2 ^e TEMPS COMPRESSION	3 ^e TEMPS EXPLOSION DÉTENTE	4 ^e TEMPS ÉCHAPPEMENT
Le piston descend. La soupape d'admission est ouverte. Le mélange d'essence pénètre dans le cylindre.	Le piston remonte. Les soupapes sont fermées. Le mélange prezzeux admis au 1 ^{er} temps est comprimé.	Une étincelle fait exploser le mélange détendant complètement les gaz brûlés qui repoussent énergiquement le piston qui descend.	La soupape d'échappement se ferme. Le piston remonte et chasse les gaz brûlés dans l'atmosphère.
1 ^{er} TOUR		2 ^e TOUR	

Fig. 4. — Expliquez d'après ce schéma le fonctionnement d'un moteur à explosion.

4^e Temps : Echappement. — Le piston remonte entraîné par le volant. La soupape d'admission reste fermée ; celle d'échappement est ouverte ; les gaz brûlés sont chassés dans le tube d'échappement et de là dans l'atmosphère ; l'on entend parfois comme un coup de pétard ! et l'on voit un jet de fumée jaillir du tuyau d'échappement.

Et ces quatre temps recommencent dans le même ordre : admission, compression, explosion et détente, échappement. L'ensemble de ces 4 temps forme donc un cycle complet, dit cycle à 4 temps.

4. Il faut un lourd volant pour régulariser le mouvement du moteur.

Remarquez que sur les 4 temps du cycle, le 3^e seul est moteur : au cours de ce temps, le piston, violement chassé par les gaz brûlés provenant de l'explosion, donne une forte impulsion au volant par l'intermédiaire de la bielle, de la manivelle et de l'arbre de couche.

Pendant les trois autres temps (admission, compression, échappement), c'est le volant qui entraîne toutes les pièces mobiles du moteur, ainsi que la machine que celui-ci actionne.

La vitesse du volant augmente pendant qu'il reçoit l'impulsion au 3^e temps ; elle diminue tout le reste du cycle. **Plus le volant est lourd, plus ces variations de vitesse sont atténées.**

Un autre moyen de régulariser la vitesse consiste à faire agir plusieurs moteurs sur le même arbre. Ainsi les automobiles ont un bloc moteur comprenant en général 4 cylindres disposés côté à côté sur la même ligne ; la commande des explosions est réglée de telle sorte qu'à chaque temps, une explosion se produise dans l'un d'eux.

Les moteurs à 6 ou 8 cylindres ont une marche encore plus régulière.

5. Le fonctionnement du moteur exige d'autres organes que les précédents.

Nous signalerons les plus importants :

1^o **Le carburateur** : il prépare le mélange explosif d'air et de vapeur d'essence qui constitue les gaz frais aspirés dans le cylindre pendant le premier temps de chaque cycle (fig. 5 et 6).

2^o **L'équipement électrique** : il comprend essentiellement une petite batterie d'accumulateurs, une dynamo commandée par le moteur, un appareil de distribution du courant, la bougie d'allumage (fig. 7) entre les électrodes, de laquelle déclatent, en temps voulu, des étincelles électriques très chaudes qui font exploser les gaz frais.

3^o **Le mécanisme de commande automatique des soupapes** (fig. 8) dont les pièces importantes sont deux arbres à cames commandés par l'arbre de couche.

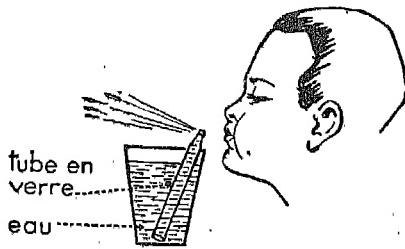


Fig. 5. — Principe du gicleur. De fines gouttelettes d'eau gicent par l'extrémité rétrécie du tube lorsque la garçon souffle fortement ; faites l'expérience.

4° Des appareils de refroidissement du cylindre, non représenté sur les figures.
Un courant d'eau froide circule autour du cylindre ; il l'empêche de trop s'échauffer,

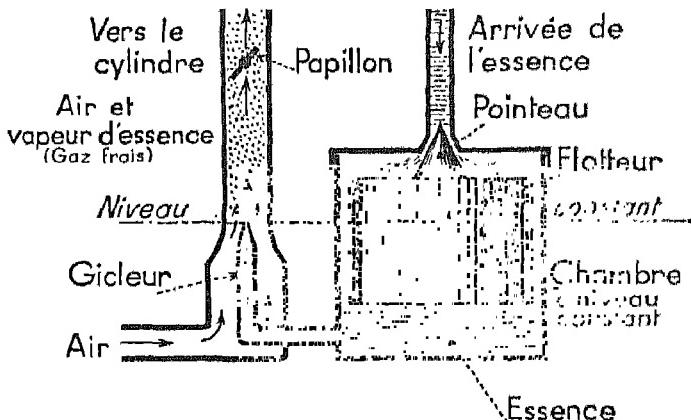


Fig. 6. — Schéma du carburateur d'un moteur à essence. L'essence, venant d'un réservoir qui peut en contenir plusieurs dizaines de litres, arrive dans une chambre à niveau constant. Un pointeau, porté par un flotteur (boîte métallique légère complètement étanche), ferme l'orifice du tube d'arrivée quand le niveau de l'essence atteint la ligne pointillée, et l'ouvre dès que ce niveau baisse. L'essence arrive donc toujours juste à l'ouverture rétrécie du gicleur (principe des vases communicants).

Lorsque le piston du moteur aspire les gaz frais (1^{er} temps du cycle), un vif courant d'air circule autour du gicleur et entraîne des gouttelettes d'essence qui se vaporisent et se mélangent à l'air.

Un papillon ferme plus ou moins le passage de l'air (appelé "gaz frais") qui se rend au moteur, selon que la vitesse du moteur tend à croître ou à diminuer.

ce qui aurait pour effet de faire brûler l'huile qui lubrifie sa paroi intérieure ; le piston ne pourrait plus glisser : *moteur grippé*.

5. Des dispositifs de graissage des surfaces qui frottent les unes sur les autres.

6. Les moteurs d'automobiles comportent plusieurs cylindres.

Ils en ont quatre en général, disposés côte à côte, et qui agissent sur le même arbre de couche (fig. 9) : leur ensemble fait partie du bloc moteur de la voiture.

1. Nous verrons (page 518, fig. 5) que le bloc moteur d'une voiture automobile comporte outre le moteur deux autres organes (embrayage et boîte de vitesses).

On règle les commandes pour qu'à chaque demi-tour, il y ait un cylindre qui fournit un temps moteur. De la sorte, l'arbre de couche est sans cesse actionné par l'une des quatre bielles ; même avec un petit volant, le fonctionnement est régulier, la vitesse de l'arbre presque constante, ce que l'automobilisme exprime en disant que le moteur « tourne bien rond » !

III. — RÉSUMÉ

1. Une explosion est la combustion instantanée d'un mélange gazeux combustible (air et gaz d'éclairage, air et vapeur d'essence minérale, etc.)

2. Un moteur à explosion comporte essentiellement :

a) un cylindre, où explose un mélange détonant gazeux préparé dans un carburateur.

b) un piston, qui est violemment repoussé pendant la détente des gaz brûlés.

c) un mécanisme bielle-manivelle qui transforme le mouvement de va-et-vient du piston en mouvement de rotation d'un arbre en acier muni d'un volant.

3. La plupart des moteurs fonctionnent suivant un cycle à 4 temps.

1^{er} temps : admission du mélange explosif dans le cylindre.

2^{er} temps : compression de ce mélange dans la chambre d'explosion.

3^{er} temps : allumage, explosion et détente des gaz brûlés.

4^{er} temps : échappement des gaz brûlés.

Sur ces 4 temps, le troisième seul est moteur, c'est-à-dire produit du travail mécanique.

4. Pour régulariser la vitesse de l'arbre d'un moteur à un cylindre, un lourd volant est indispensable. Le moteur d'une automobile comporte en général 4 cylindres accouplés, les 4 pistons agissant sur le même arbre.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

Questions. — 1. Quels sont les organes essentiels d'un moteur à explosion ? Quels sont les organes accessoires, bien qu'indispensables ?

2. Expliquez le fonctionnement d'un moteur à 4 temps en vous aidant de croquis.

3. Quel est le rôle du carburateur d'un moteur à explosion ? Quel est le principe de son fonctionnement ?

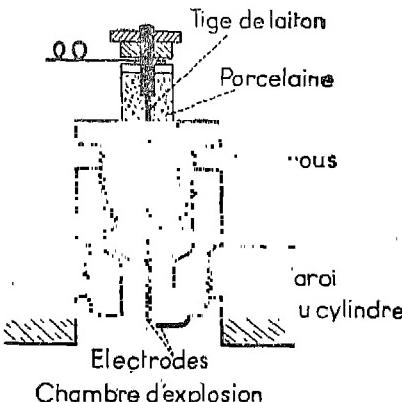


Fig. 7. — Bougie d'allumage d'un moteur à explosion, vue en coupe. Une étincelle électrique éclate en temps voulu entre les deux électrodes, qui sont en métal ; l'une d'elles, placée dans l'axe de la bougie est isolée par de la porcelaine ; un fil conducteur lui amène le courant ; l'autre est à la masse (c'est-à-dire non isolée). — Les écrous servent à fixer la bougie sur la paroi du cylindre, dans la région de la chambre d'explosion.

4. Pourquoi faut-il refroidir le cylindre d'un moteur à explosion pendant son fonctionnement ? Comment est obtenu ce refroidissement dans un moteur à poste fixe ? dans un moteur d'automobile ? dans un moteur de motocyclette ?

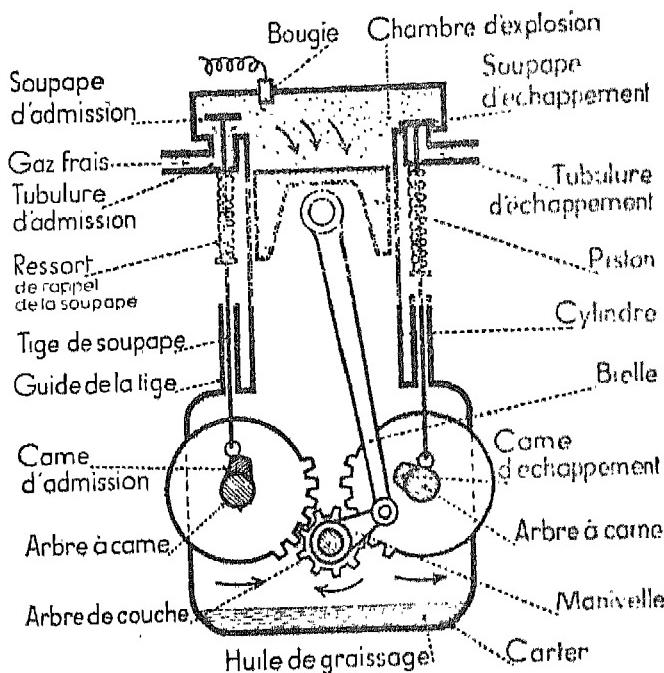


Fig. 8. — Coupe d'un moteur à explosion montrant la commande des soupapes d'admission et d'échappement.
L'arbre moteur, ou arbre de culasse, qui tourne sous l'action du mécanisme piston-bielle-manivelle, commandé par l'autre arbre, deux arbres à came (une partie seulement de l'autre arbre n'est représentée).

5. Quel est le moyen employé pour régulariser la vitesse d'un moteur à un seul cylindre ?
Pourquoi le moteur d'une voiture automobile comporte-t-il en général 4 cylindres ?

Exercices. — 1. Si l'occasion se présente, observez un moteur d'automobile démonté.

2. Comparez la mise en route :
 - d'un moteur électrique ;
 - d'une machine à vapeur ;
 - d'un moteur à explosion.

3. L'essence de pétrole est-elle le seul combustible employé dans les moteurs à explosion ? En connaissez-vous d'autres ?

Qu'est ce qu'un gazogène ? Une voiture à gazogène ?

4. Si un moteur à 1 cylindre tourne à raison de 1 800 tours par minute, combien y a-t-il, pendant chaque seconde d'échappement des gaz brûlés ? Et si le moteur a 4 cylindres ?

Comment le bruit provoqué par ces échappements est-il atténué ? Demandez à un automobiliste de vous montrer le pot d'échappement de sa voiture.

5. Coup de poussières dans une mine de houille. Un mélange détonant peut être formé par de très fines poussières combustibles, solides ou liquides, en suspension dans l'air. Dans les mines de houille, par exemple, des poussières très légères de charbon rustent en suspension dans l'air avec lequel elles forment un mélange détonant aussi dangereux que le grisou¹.

Aussi de grandes précautions sont-elles prises pour dépoussiérer l'air des mines, notamment par des arrosages fréquents des chantiers et des galeries.

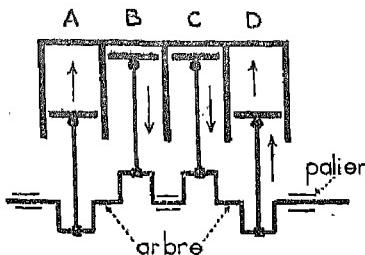


Fig. 9. — Schéma du moteur d'une voiture à 4 cylindres.

1. Le grisou est, comme l'essence minérale, un CARBURE D'HYDROGÈNE, c'est-à-dire un corps composé de carbone et d'hydrogène. C'est un gaz incolore, plus léger que l'air combustible, qui, mélangé à l'air, forme un mélange détonant.

• 60^e LECON

TRANSMISSION DU MOUVEMENT PAR POULIES ET COURROIES

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Rappelez comment, dans une machine à coudre, le mouvement de la pédale est transmis à une roue et transformé en mouvement de rotation continu. — Quel est le rôle de la courroie qui passe sur la roue ?
2. Même question pour la meule du remouleur.
3. Quel est le rôle de la chaîne de bicyclette ? Pour quelles raisons emploie-t-on ici une chaîne articulée sans fin au lieu de courroie, et des roues dentées à la place de pouilles ?
4. Citez des machines où vous avez observé des transmissions de mouvement par pouilles et courroies ?
5. Étudiez la figure 10 et dites comment le mouvement de rotation de la pouille du moteur est transmis à l'arbre du tour.
6. Comptez combien la pouille de la machine à coudre fait de tours lorsque la grande pouille (volant) en fait un exactement.

Mesurez les diamètres de ces pouilles ; combien de fois le plus grand contient-il l'autre ? — Comparez ce nombre au précédent. Pourquoi sont-ils sensiblement égaux ?

II. — LECON

Ce n'est certes pas pour le plaisir de les voir tourner qu'industriels, artisans, agriculteurs achètent des moteurs. C'est pour les faire travailler, c'est-à-dire pour leur faire actionner des machines qui produisent un effet utile : machines-outils des usines, batteuses agricoles, pompes pour éléver l'eau, etc., etc. Ces machines qui reçoivent leur mouvement d'un moteur sont dites machines réceptrices.

Comment un moteur transmet-il son mouvement à une réceptrice ? C'est le problème que nous allons étudier maintenant.

1. La bicyclette, la machine à coudre, la machine à battre les céréales nous offrent des exemples de transmission de mouvement.

a) La bicyclette. — Ici, le moteur est le cycliste. Agissant par ses pieds sur les pédales, il fait tourner l'arbre du pédalier lequel arbre

1. En mécanique, un ARBRE est (c'est-à-dire tourner autour de son

un arbre qui peut tourner sur lui-même ou plusieurs

porte une roue dentée : la roue du pédalier (fig. 4, page 510).

Une chaîne sans fin relie cette roue au pignon, également denté fixé sur le moyeu de la roue arrière.

Grâce à cette chaîne, le mouvement de rotation de la roue du pédalier est transmis au pignon et par suite à la roue arrière de la bicyclette qui roule sur la route et pousse la bicyclette devant elle.

b) La machine à coudre. — C'est la couturière qui fait office de moteur. Elle imprime à la pédale de la machine un mouvement de rotation alternatif (fig. 1).

Par l'intermédiaire d'une bielle, qui relie la pédale à un arbre coudé, ce mouvement de rotation alternatif est transmis à l'arbre qui tourne d'un mouvement de rotation continu c'est-à-dire toujours de même sens.

Enfin, grâce à une courroie de cuir, qui passe sur les jantes de deux poulies à gorge, le mouvement de rotation transmis à l'arbre de la machine qui coud.

c) La machine à battre les céréales. — Elle est mise en mouvement par un moteur : machine à vapeur, moteur à explosion ou moteur électrique (fig. 2).

Le moteur entretient le mouvement de rotation continu de son arbre (arbre moteur).

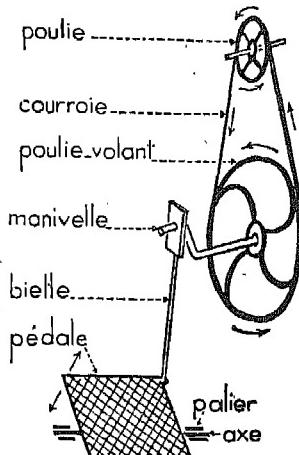


Fig. 1. — Transmission du mouvement dans une machine à coudre.
Décrivez ce mécanisme et expliquez son fonctionnement.

continu de l'arbre coudé est

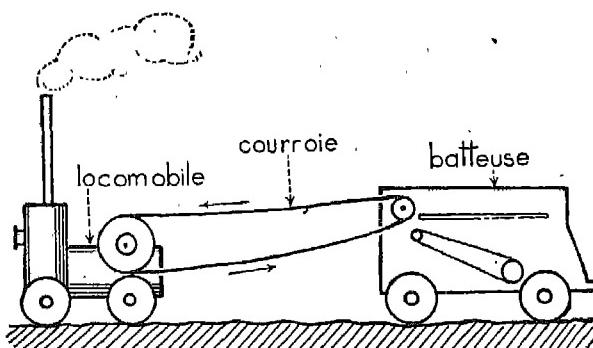


Fig. 2. — Transmission de mouvement par courroie.

Ce mouvement est transmis par une courroie en cuir à un arbre porté par la batteuse (arbre récepteur).

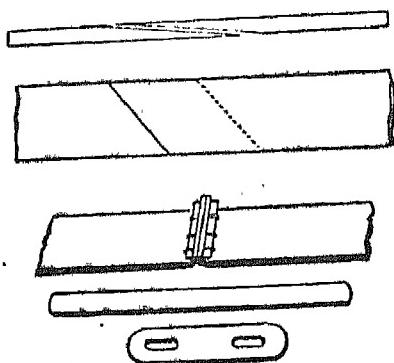


Fig. 3. — Jonction des bouts d'une courroie : en haut, par collage ; en bas, par clavettes et agrafes.

peut se réduire à un cordon cylindrique pour les petites machines comme les machines à coudre.

Des observations précédentes, retenons seulement que le mouvement de rotation continu peut-être transmis d'un arbre à un autre par le moyen de poulies et courroies.

2. Examinez une courroie et une poulie.

Une courroie est le plus souvent un long ruban plat en cuir¹, d'épaisseur 5 millimètres environ et de largeur d'autant plus grande que le moteur est plus puissant. Elle

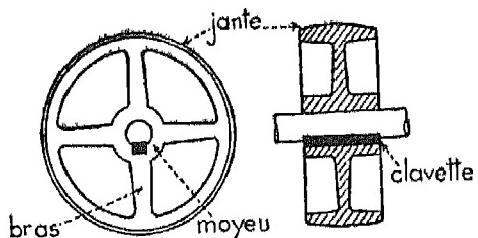


Fig. 4. — Poulie clavetée sur un arbre.

peut se réduire à un cordon cylindrique pour les petites machines comme les machines à coudre.

Les deux extrémités du ruban sont réunies, par collage, ou par couture, ou à l'aide d'agrafes métalliques (fig. 3). De sorte que la courroie n'a pas d'extrémité libre : on dit qu'elle est « sans fin ».

Une poulie est une véritable roue (fig. 4). Son moyeu est percé d'un trou cylindrique de même diamètre que l'arbre qui doit la recevoir. Les râts ou bras qui relient le moyeu à la jante sont droits ou courbés ; ils sont remplacés par une cloison pleine lorsque la poulie est de faible diamètre (*poulie pleine*). La jante est plus ou moins large², selon la largeur de la courroie.

Une poulie est rendue solidaire de l'arbre qui la porte à l'aide d'une clavette, sorte de colt ajusté dans une rainure

1. Ou en tissu très résistant.

2. Certaines poulies ont une jante de grande largeur ; on les appelle des *poulies-lambours*, ou simplement des *lambours*.

pratiquée à la fois dans l'arbre et le moyeu de la poulie.

REMARQUE. — Lorsque les efforts à transmettre sont grands par rapport à la largeur réservée à la courroie, on remplace les poulies par des roues dentées et la courroie par une chaîne de transmission; c'est le cas de la bicyclette, où la place disponible pour la transmission du mouvement est très réduite.

3. La courroie peut être droite, croisée, ou demi-croisée.

Les figures 5, 6, 7, représentent ces différents cas:

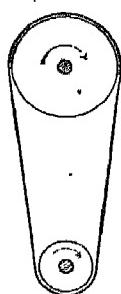


Fig. 5. — Courroie droite, Arbres parallèles; rotations de même sens.

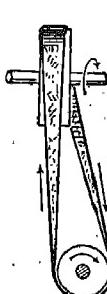
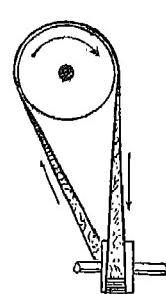
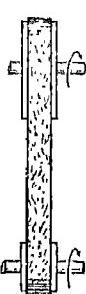


Fig. 6. — Courroie croisée. Arbres parallèles.

Fig. 7. — Courroie demi-croisée. Arbres perpendiculaires.

a) Lorsque les arbres portant les poulies sont parallèles, la courroie peut être droite ou croisée : les poulies tournent dans le même sens si elle est droite, en sens contraire si elle est croisée.

b) Lorsque les arbres sont perpendiculaires, la courroie est demi-croisée.

c) Lorsque les arbres ne sont ni parallèles, ni perpendiculaires, il faut utiliser des poulies intermédiaires (ou galets de renvoi) pour que la courroie ne tombe pas hors des poulies.

4. De deux poulies inégales reliées par une courroie, la plus petite est celle qui tourne le plus vite.

Expérience. — Dans une bicyclette, le pignon de la roue arrière

1. Nous verrons plus loin qu'il y a des *poulies folles*, c'est-à-dire qui ne sont pas clavées sur l'arbre ; elles peuvent donc tourner sans entraîner leur arbre. Par opposition à *poulie folle*, une *poulie clavée* sur un arbre est dite *poulie fixe*, bien qu'elle soit solidaire de cet arbre et tourne avec lui.

est plus petit que la roue du pédalier : quand celle-ci fait 10 tours, le pignon en fait 24 (ou davantage, selon les bicyclettes).

Raisonnons. — Tous les points d'une courroie en fonctionnement ont évidemment même vitesse, puisqu'ils courent les uns après les autres en conservant leurs distances.

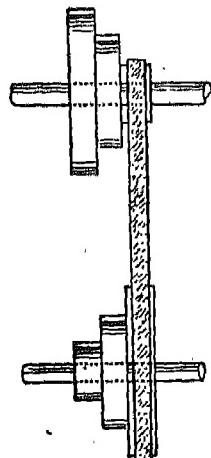
D'autre part, un point de la jante d'une poulie a même vitesse qu'un point de la courroie : car lorsque celui-ci arrive sur la poulie, il reste en contact avec le même point de la jante jusqu'à ce qu'il quitte celle-ci.

Donc, deux poulies chaussées par la même courroie ont même vitesse à la jante.

Si la grande a un diamètre 2 fois plus grand que la petite, la circonference de sa jante est 2 fois plus grande que celle de la petite. Quand elle fait 1 tour, la petite poulie en fait 2.

Généralisons : si le diamètre de la petite poulie est 2, 3, 4 fois plus petit que le diamètre de la grande, la petite tourne 2, 3, 4 fois plus vite que la grande.

Exercice. — Un moteur électrique fait 1 500 tours par minute et sa poulie a 10 centimètres de diamètre. Il commande une machine-outil dont la poulie doit tourner à raison de 300 tours par minute. Quel doit être le diamètre de cette poulie ?



L'arbre récepteur (celui de la machine-outil) doit tourner 5 fois moins vite que l'arbre moteur. Le diamètre de sa poulie doit donc être 5 fois plus grand, soit $10 \times 5 = 50$ centimètres.

5. Les poulies étagées² permettent de changer la vitesse de l'arbre récepteur.

Lorsqu'un mécanicien tourne une grosse pièce, il fait tourner son tour lentement : quelques tours par minute. Lorsqu'il fabrique une petite pièce, sa machine fait plusieurs centaines de tours par minute. Il est indispensable, dans les ateliers de constructions mécaniques, que l'arbre récepteur d'une machine-outil puisse tourner à des vitesses différentes, selon le travail à effectuer, et cela sans que l'arbre moteur change lui-même de vitesse.

Fig. 8. — Poulies étagées. Dans quel cas les emploie-t-on ?

1. Sinon, il y aurait glissement de la courroie sur la jante, ce qu'il faut éviter.
2. On les appelle encore *poulies-cônes* bien que l'expression soit impropre.

Ce résultat est obtenu en calant sur chacun des deux arbres (arbre moteur et arbre récepteur) des poulies étagées, formées de 2, 3, 4 ou 5 poulies de diamètres différents (fig. 8).

L'arbre moteur tournant toujours à la même vitesse, l'arbre récepteur a une vitesse qui dépend de l'étage sur lequel la courroie est disposée.

6. Embrayage et débrayage de l'arbre récepteur.

Un dispositif très simple permet, sans arrêter l'arbre moteur, de mettre en route ou d'arrêter l'arbre récepteur. Il consiste à placer (fig. 9),

sur l'arbre moteur, une poulie à jante très large ou tambour ;

sur l'arbre récepteur, une poulie folle et une poulie clavetée côté à côté.

Une fourche avec poignée, à portée de la main de l'ouvrier, permet à celui-ci de faire passer la courroie sur la poulie clavetée — et alors l'arbre récepteur est entraîné : c'est l'**embrayage** — ou sur la poulie folle — et alors l'arbre récepteur ne tourne pas : c'est le **débrayage**.

7. Commande des machines-outils d'un atelier de mécanique.

a) De plus en plus, chaque machine-outil est commandée par un moteur électrique spécial : c'est la **commande individuelle** qui supprime en grande partie l'emploi des courroies.

b) Cependant, il existe encore des ateliers où un seul moteur commande toutes les machines outils (fig. 10).

Ce moteur entraîne, par le système poulies et courroie, un **arbre de transmission** qui va d'un bout à l'autre de l'atelier, supporté près du plafond par des chaises-consoles. Sur cet arbre sont calés des tambours, un pour chaque machine-outil.

Du tambour, le mouvement de rotation est transmis à un arbre intermédiaire, dit **arbre de renvoi**, suspendu au plafond ou mur, et qui porte : une poulie fixe, une poulie folle et un cône de poulies.

De ce cône, le mouvement est renvoyé, par courroie, à un **cône de poulies** calé sur l'arbre de la machine-outil.

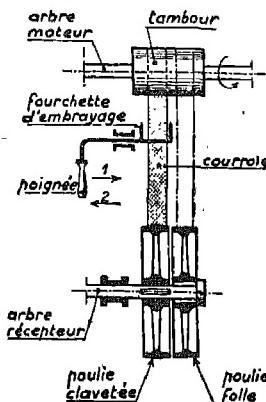


Fig. 9. — Embrayage et débrayage d'une courroie. L'arbre moteur tournant à vitesse constante, l'arbre récepteur peut être arrêté ou mis en route, grâce au mécanisme : tambour claveté, poulie fixe et poulie folle, courroie, fourchette d'embrayage que l'on déplace à la main.

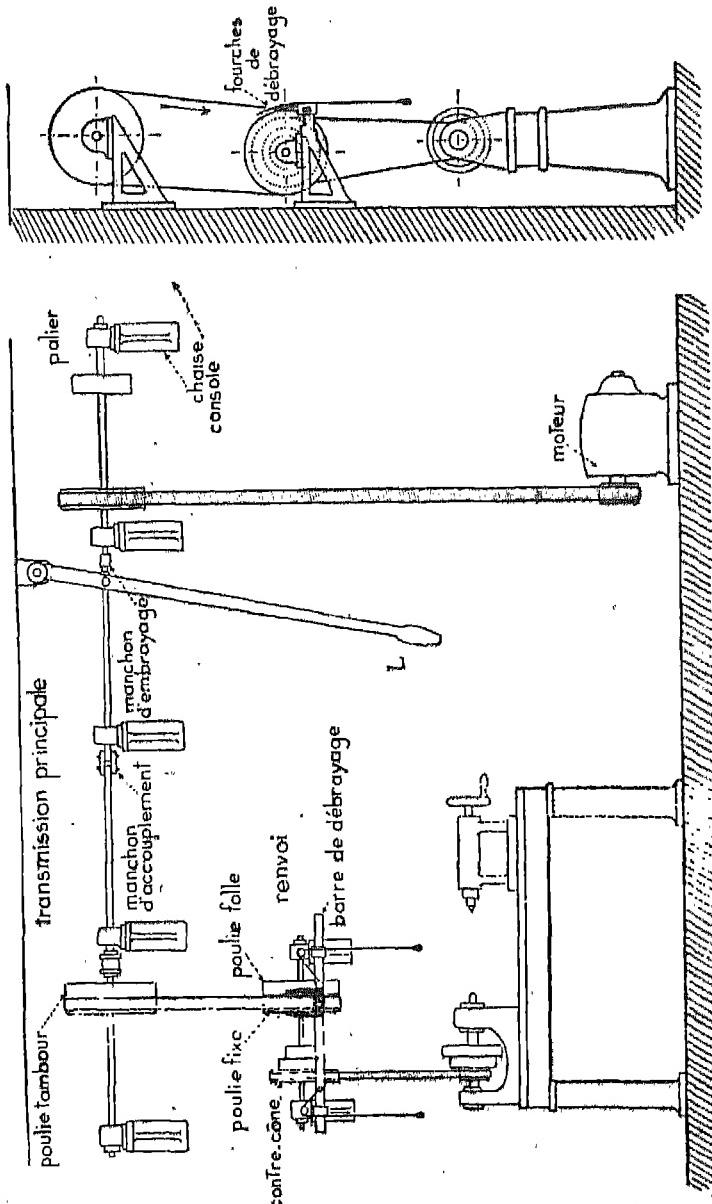


Fig. 10. — Ensemble d'une transmission d'atelier.
A gauche : vue de face ; à droite : vue de côté (vu de profit). Il n'a été figuré ici qu'une seule machine réceptrice (tour simple).
Décrivez cette transmission de mouvement, en partant du moteur pour aboutir au tour, en indiquant le rôle de chaque organe rencontré.

Le moteur de l'atelier tourne sans arrêt pendant les heures de travail. Cependant, chaque machine peut-être ou arrêtée ou mise en route, et tourner à une vitesse plus ou moins grande selon le travail à exécuter.

III. — RÉSUMÉ

1. Pour transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre assez éloigné, on utilise deux poulies que l'on réunit par une courroie.
La poulie clavetée sur l'arbre moteur entraîne la courroie qui entraîne à son tour la poulie pivotee sur l'arbre récepteur.
2. Une courroie peut être droite, croisée, ou semi-croisée selon que les arbres sont parallèles ou non.
3. De deux poulies inégales reliées par une courroie, la plus petite est celle qui tourne le plus vite.
4. L'emploi de poulies étagées permet de changer la vitesse de l'arbre récepteur, l'arbre moteur tournant toujours à la même vitesse.
5. Pour pouvoir embrayer ou débrayer à volonté l'arbre récepteur, on utilise : sur l'arbre moteur une poulie-tambour, sur l'arbre récepteur une poulie clavetée et une poulie folle, et une fourche pour déplacer la courroie.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

Questions 1. — Décrivez une poulie. Qu'est-ce qu'une poulie-tambour, une poulie clavetée, une poulie folle ?

2. Qu'est-ce qu'une courroie sans fin ? Comment réunit-on les deux bouts de la courroie ?

3. Dans quels cas utilise-t-on une courroie droite, une courroie croisée, une courroie dent-croisée ?

4. Quelle est, de deux poulies inégales reliées par une même courroie, celle qui tourne le plus vite ? Expliquer pourquoi.

5. Dans quel cas utilise-t-on des poulies étouffées ou cônes de poulies ?

6. Qu'est-ce que le renvoi d'une machine-outil ? Décrivez un renvoi et justifiez la nécessité des différentes pièces qui le composent ?

Exercices. — 1. Les roues d'une bicyclette ont 0,70 mètre de diamètre. Le pignon a 16 dents et la roue du pédales 44 dents.

1^o Calculer le chemin parcouru pour un tour de la pédale (c'est ce qu'on appelle le développement de la bicyclette).

2^o Le cycliste roulant à la vitesse de 30 kilomètres par heure, combien fait-il de tours de pédale pendant 1 minute ?

3^o Quel pignon faudrait-il prendre pour que le développement de la machine soit de 4 mètres ?

2. Une poulie de 1,5 mètre de diamètre est clavetée sur l'arbre d'une machine

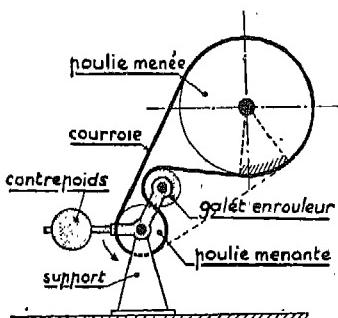


Fig. 11. — Grâce au contrepoids qui le maintient constamment appuyé contre la courroie, le galet donne à celle-ci une tension constante.

à vapeur et tourne à la vitesse de 200 tours par minute. Elle commande par courroie l'arbre d'une batteuse qui doit tourner à 600 tours par minute ; calculer le diamètre de la poulie à claveter sur cet arbre.

3. Réglage des courroies. — Pour être entraînée par la poulie motrice et entraîner à son tour la poulie réceptrice, il faut qu'une courroie soit suffisamment tendue. Mais, une courroie ainsi tendue s'allonge peu à peu ; sa tension diminue ; il faut la retendre. Trois moyens sont employés.

1^o Augmenter la distance des deux poulies ; ce qui n'est possible que si les poulies sont portées par des machines indépendantes l'une de l'autre. Observez par exemple le socle d'un moteur électrique ; il est monté très souvent sur deux glissières qui permettent de l'éloigner légèrement de la machine qu'il commande.

2^o Recourroier la courroie : ce qui n'est possible que si ses extrémités sont réunies par des agrafes.

3^o Utiliser un *gant tendeur* (fig. 11) qui maintient constante la tension de la courroie.

4. Une classe promenade sera consacrée à la visite d'un atelier de construction mécanique pour en étudier la transmission du mouvement du moteur aux diverses machines-outils. — Elle donnera lieu à des comptes-rendus avec figures.

61^e LEÇON

TRANSMISSION DU MOUVEMENT PAR ENGRÈNAGES

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Citez une machine, petite ou grosse, qui comporte des engrenages. Combien de roues dentées comporte un engrenage ?
2. Observez les dents d'une roue d'engrenage : profil, tête, pied, épaisseur, intervalle entre deux dents. Toutes les dents d'une même roue sont-elles pareilles ?
3. Mesurez le diamètre du cercle de tête et celui du cercle de pied d'une roue dentée (cylindrique, à denture droite) — avec votre double décimètre, — déduisez la hauteur d'une dent.
Même mesure sur la roue avec laquelle la précédente est accouplée. — Concluez : les dents de deux roues qui engrènent l'une avec l'autre ont même hauteur. Elles ont aussi même épaisseur et même intervalle (à mi-hauteur) ; mais leur profil n'est pas tout à fait pareil si elles n'ont pas le même nombre de dents.
4. Expliquez comment le mouvement de rotation d'un arbre qui tourne (arbre moteur) est transmis à un autre arbre (arbre récepteur) par l'intermédiaire d'un engrenage. Les deux arbres tournent-ils dans le même sens ?
5. Si l'une des roues avance exactement de 1 dent, de combien de dents l'autre roue avance-t-elle ?
Si l'une des roues a 40 dents et fait 1 tour, combien de tours fait l'autre roue si elle a 20 dents, 30 dents, 80 dents ?

II. — LEÇON

La transmission du mouvement par poulies et courroies est impossible lorsque les arbres sont très près l'un de l'autre, comme il arrive à l'intérieur de nombreuses machines : les poulies seraient de diamètre trop petit pour que la courroie s'applique bien sur leurs jantes et soit entraînée par la poulie motrice ; bref elle ne fonctionnerait pas.

On utilise alors des roues dentées ou engrenages.

1. Examinons des roues d'engrenages.
 - a) Elles portent sur leur jante des saillies appelées dents (fig. 1).

Toutes les dents d'une même roue sont identiques : même largeur de tête, même largeur de pied, même hauteur, même profil, même épaisseur sur le cercle primitif, même vide ou creux (fig. 2).

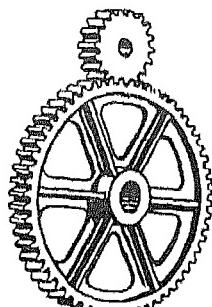


Fig. 1. — Roues dentées en prise.

b) Les roues dentées vont toujours par couples : l'une est calée sur l'arbre moteur, l'autre sur l'arbre récepteur. Les dents de l'une s'engagent dans les intervalles de l'autre ; on dit alors que les roues engrenent ou sont en prise.

La figure 3 montre comment on représente schématiquement deux roues en prise. On ne dessine pas les dents, mais seulement leurs cercles primitifs qui sont tangents.

c) La plus petite roue est souvent appelée pignon, on réserve alors le nom de roue à la plus grande.

2. Le fonctionnement de ce mécanisme est évident.

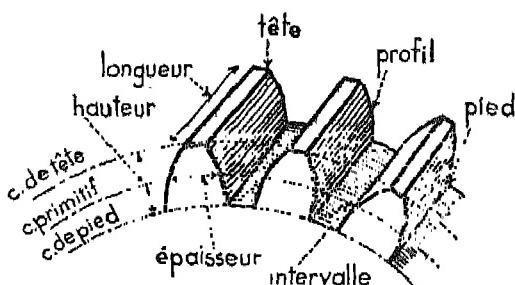


Fig. 2. — Apprenez quelques définitions relatives aux dents d'engrenages.

La roue calée sur l'arbre moteur est entraînée par cet arbre,

Ses dents poussent celles de l'autre roue qui est ainsi, à son tour, entraînée et qui entraîne l'arbre récepteur.

La première est la roue menante, l'autre la roue menée (fig. 4).

Si le profil des dents est convenable (roues bien taillées) et si les roues sont bien en place (cercles primitifs tangents), ni trop rapprochées, ni trop écartées, la transmission du mouvement a lieu sans choc des dents qui arrivent en prise, sans aucun à-coup dans la rotation de l'arbre récepteur ; le fonctionnement de l'engrenage est régulier et silencieux.

3. Deux roues en prise tournent en sens inverse.

Il suffit de regarder pour s'en assurer. De là, résulte que :

a) les arbres de deux roues en prise tournent en sens inverses (fig. 5) :

b) il suffit d'intercaler une troisième roue entre les deux précédentes pour que leurs arbres tournent dans le même sens.

Cette troisième roue est montée

folle sur un arbre immobile (fig. 6).

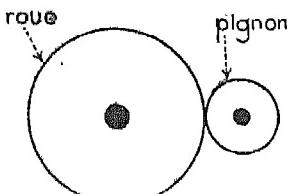


Fig. 3. — Schéma de deux roues dentées en prise : on ne représente que leurs cercles primitifs qui sont tangents.

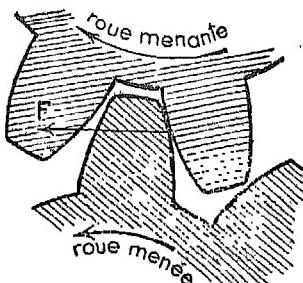


Fig. 4. — Les dents de la roue menante poussent celles de la roue menée.

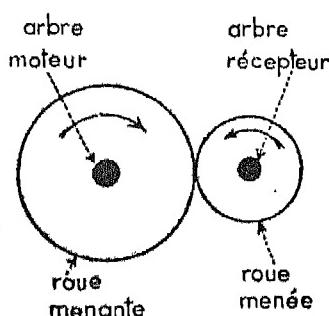


Fig. 5. — L'arbre récepteur tourne en sens inverse de l'arbre moteur.

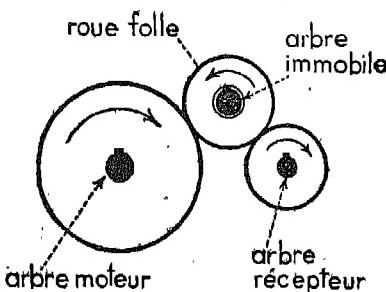


Fig. 6. — Pour que l'arbre récepteur tourne dans le même sens que l'arbre moteur, il suffit d'intercaler une roue folle sur un arbre immobile.

4. Le pignon tourne plus vite que la roue.

Expérience. — Voici deux roues en prise, l'une porte 12 dents, l'autre 36 par exemple (3 fois plus) (fig. 7).

Vérifiez que le pignon (petite roue) fait 3 tours pendant que la roue n'en fait qu'un : autrement dit, le pignon tourne 3 fois plus vite que la roue.

Raisonnons. — Quand la roue avance de 1 dent, le pignon avance aussi de 1 dent. Quand elle fait 1 tour, c'est-à-dire quand elle avance

de 36 dents, il avance aussi de 36 dents, et comme il en a 12, il fait 3 tours.

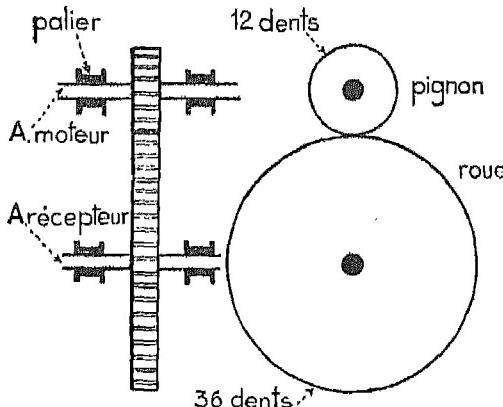


Fig. 7. — L'arbre récepteur tourne 3 fois moins vite que l'arbre moteur. Dites pourquoi ?

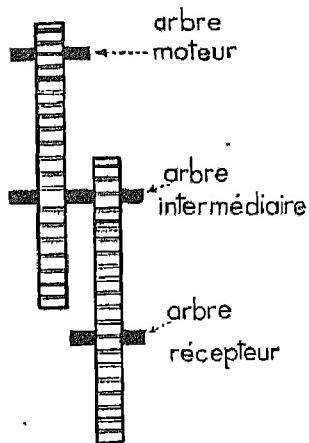


Fig. 8. — Train d'engrenages. Les roues de ce train ont respectivement : sur l'arbre moteur 12 dents sur l'arbre intermédiaire 24 et 0 sur l'arbre récepteur 45

Si l'on passe de l'arbre intermédiaire à l'arbre récepteur ?

Conclusion. — Par un choix convenable des nombres de dents des roues, il est possible de faire tourner l'arbre récepteur à telle vitesse que l'on désire.

S'il tourne plus vite que l'arbre moteur, l'engrenage est dit multiplicateur de vitesse. Dans le cas contraire, il est dit démultiplicateur ou réducteur de vitesse.

5. Les trains d'engrenages permettent de grandes multiplications ou de grandes réductions de vitesse.

On intercale plusieurs couples de roues dentées entre les arbres moteur et récepteur (fig. 8). Vous pouvez en observer dans de nombreuses machines : horloges, machines-outils telles que tours, fraiseuses, perceuses..., boîtes de vitesses des automobiles... etc.

6. Application : trains-baladeurs.

Vous savez qu'une automobile peut rouler plus ou moins vite, et cela sans que le conducteur change la vitesse du moteur. Ce résultat est obtenu par l'emploi d'un train baladeur et d'une boîte de changement de vitesse (ou boîte de vitesses).

a) Imaginez qu'on enfile un fourreau sur un arbre cylindrique. Si son intérieur est lisse

et s'applique exactement sur l'arbre, il peut tourner et glisser le long de cet arbre, comme une bague sur votre doigt.

Imaginez maintenant que l'on creuse dans l'arbre des *rainures longitudinales*, d'une part (*arbre cannelé*), que, d'autre part, on ménage à l'intérieur du fourreau des saillies qui s'engrangent exactement dans les rainures. Le fourreau peut encore glisser le long de l'arbre, mais si l'arbre tourne, il entraîne le fourreau dans son mouvement de rotation.

Deux roues dentées calées sur un tel fourreau constituent un *train baladeur*.

b) La figure 9 vous fait comprendre sur un exemple simple le principe d'une boîte de changement de vitesse.

Le train baladeur est constitué par les deux roues A et B ; il est porté par l'arbre moteur qui est cannelé sur une certaine longueur.

Dans la position représentée par la figure, l'autre moteur tourne sans entraîner l'arbre récepteur : le mécanisme est débrayé, au point mort comme disent les mécaniciens.

En poussant le levier vers la droite (en 1), la roue A vient engrenier avec la roue C : l'arbre récepteur est entraîné.

En poussant en contre la levier à gauche, (en 2), B vient en prise avec D. L'arbre conduit est entraîné à une vitesse plus grande.

Les automobiles ont des boîtes de vitesse plus complètes ; le moteur tournant toujours à la même vitesse, l'arbre récepteur qui commande les roues motrices

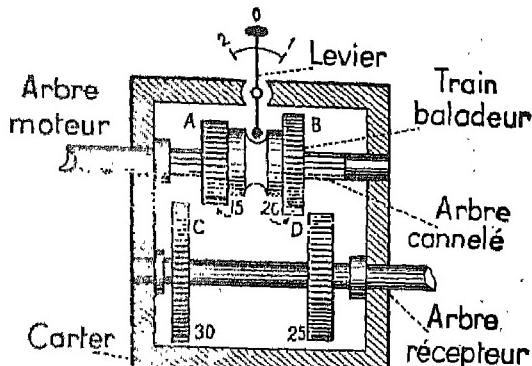


Fig. 9. — Changement de vitesse par train baladeur. Si l'arbre moteur a une vitesse de 800 tours par minute, quelle est la vitesse de l'arbre récepteur lorsque le levier est dans la position :

- 0 : position actuelle
- 1 : roues A et C en prise ;
- 2 : roues B et D en prise.

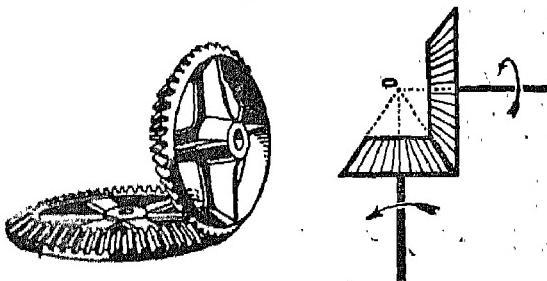


Fig. 10 et 11. — Engrenages coniques. On les emploie pour transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre qui lui est perpendiculaire, lorsque les axes des deux arbres se rencontrent.

peut tourner à 3 ou 4 vitesses différentes, et tourner en sens inverse pour la marche arrière (fig. 7, page 520).

7. Lorsque les arbres ne sont pas parallèles, on utilise des engrenages coniques ou hélicoïdaux.

a) Les engrenages coniques sont employés lorsque les arbres prolongés se rencontrent (fig. 10 et 11.)

Les dents sont alors portées, non plus par des cylindres, mais par des troncs de cône.

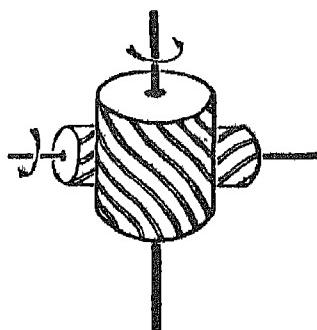


Fig. 12. — Schéma de roues hélicoïdales. Elles servent à transmettre le mouvement de rotation d'un arbre à un autre qui lui est perpendiculaire, lorsque les axes des deux arbres ne se rencontrent pas.

b) Les engrenages hélicoïdaux servent à relier deux arbres qui ne se rencontrent pas parce qu'ils ne sont pas dans le même plan (fig. 12); les dents sont des portions d'hélice ressemblant ainsi à des portions de filets de vis.

8. Le mécanisme pignon et crémaillère (fig. 13) transforme le mouvement de rotation du pignon en mouvement rectiligne de la crémaillère.

Il est utilisé notamment dans le cric (fig. 14). En tournant le pignon à l'aide d'une manivelle, la crémaillère se déplace vers le haut et peut alors soulever un lourd fardeau.

En tournant la manivelle en sens contraire, la crémaillère descend.

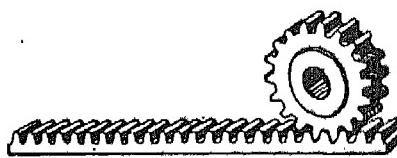


Fig. 13. — Pignon et crémaillère. Ce mécanisme permet de transformer un mouvement de rotation, en un mouvement de translation rectiligne et inversement.

ACCOUPLEMENTS ET EMBRAYAGES

1. Si l'arbre récepteur est dans le prolongement de l'arbre moteur, on réalise soit une liaison permanente, soit une liaison temporaire.

a) Liaison permanente. — C'est le cas, par exemple, dans les centrales électriques, de l'arbre du moteur qui entraîne l'arbre d'un

alternateur. Ces deux arbres sont disposés bout à bout ; on fixe, sur chaque bout d'arbre, à l'aide d'une clavette, un plateau d'acier et on assemble les deux plateaux avec des boulons (fig. 15 et 16). Ce dispositif est appelé manchon d'accouplement.

b) Liaison temporaire : embrayages. Les automobiles et les machines-outils des ateliers de mécanique en offrent de nombreux exemples.

Le plus simple est l'embrayage à griffes (fig. 17). Il se compose encore de deux plateaux. L'un est fixé sur le bout de l'arbre moteur ; mais l'autre peut coulisser sur le bout de l'arbre récepteur qui est cannelé : c'est le plateau baladeur. Les surfaces en regard des deux plateaux ne sont pas lisses, mais chacune d'elles présente des creux et des bosses (griffes ou clavots) qui s'encaissent les uns dans les autres lorsque le baladeur est amené en contact avec son vis-à-vis ; la liaison est alors établie ; on la supprime en séparant le baladeur à l'aide d'un levier, comme vous l'avez vu pour le train baladeur d'une boîte de vitesse.

L'embrayage à friction, très employé sur les automobiles, comporte en bout de l'arbre moteur un plateau formant volant. Un plateau baladeur, en forme de cône tronqué ou de disque, est porté par l'arbre récepteur et fortement pressé sur le premier plateau par un puissant ressort (fig. 18-19). Lorsque le moteur tourne, il entraîne le cône ou le disque par adhérence.

Afin d'accroître l'adhérence, le cône ou le disque sont revêtus d'une garniture de cuir ou de feroda (sorte de tissu fait d'amidon et de laiton).

Pour débrayer, l'automobiliste pousse avec son pied une pédale qui, par l'intermédiaire d'un levier, déplace le baladeur en comprimant le ressort.

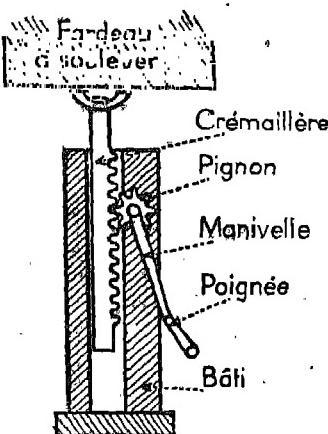


Fig. 14. — Oric, machine à éléver les fardeaux. Il se compose essentiellement d'un bâti et d'un mécanisme pignon-crémaillère.

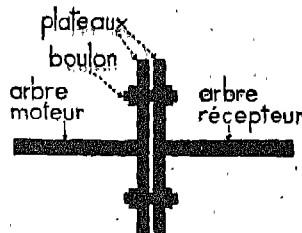


Fig. 15. — Schéma d'un manchon d'accouplement.

III. — RÉSUMÉ

1. Les engrenages servent à transmettre le mouvement de rotation d'un arbre (arbre moteur) à un arbre voisin (arbre récepteur).
2. Une roue d'engrenage porte des dents qui s'engagent dans les intervalles des dents d'une autre roue.
3. Deux roues dentées en prise tournent en sens inverse. La plus petite (pignon) tourne 2, 3, 4 fois plus vite que l'autre si elle a 2, 3, 4 fois moins de dents.

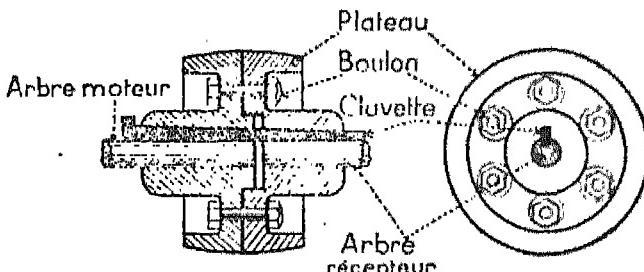


Fig. 16. — Coupe et vue en bout d'un manchon d'accouplement.
Remarquez : l'épaisseur des deux plateaux ; les logements des têtes des boulons et des écrous, la liaison par clavette des plateaux et des arbres à accoupler.

4. Un train d'engrenages comporte plusieurs roues intercalées entre la roue de l'arbre moteur (roue menante) et la roue de l'arbre récepteur (roue menée). Ces roues intermédiaires sont portées par des arbres intermédiaires. On peut ainsi réaliser de grandes multiplications ou de grandes réductions de vitesse.

5. Un train baladeur est obligé de tourner avec l'arbre qui le porte, mais il peut être déplacé le long de cet arbre. Les boîtes de changement de vitesse des automobiles comportent plusieurs trains baladeurs que l'automobiliste peut déplacer à volonté.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

Questions. — 1. Décrivez une roue d'engrenage ou roue dentée. Qu'appelle-t-on cercle de tête, cercle de pied, cercle primaire, hauteur et épaisseur d'une dent, intervalle de deux dents ?

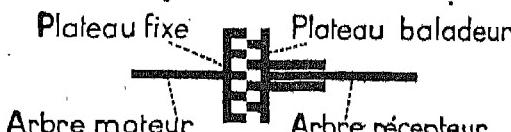


Fig. 17. — Schéma d'un embrayage à griffes. Le plateau porté par l'arbre moteur est dit *fixe*, bien qu'il tourne avec l'arbre moteur, parce qu'il est calé sur cet arbre. Le plateau porté par l'arbre récepteur est dit *baladeur* parce qu'il peut glisser sur cet arbre, qui est cannelé (les cannelures ne sont pas représentées). Que faut-il faire pour embrayer ? pour débrayer ?

3. Deux roues dentées en prise ont-elles même sens de rotation ? Dans quel

2. Lorsque deux roues engrenent entre elles, comment appelle-t-on la plus petite, la plus grande ?

Si la roue a 2, 3, 4 fois plus de dents que le pignon, combien de fois le pignon tourne-t-il plus vite que la roue ?

cas intercale-t-on, entre un arbre moteur et un arbre récepteur, un arbre intermédiaire ?

4. Dessinez un train d'enroulements réducteur de vitesse.
5. Dessinez un train-baladeur et expliquez son fonctionnement.
6. Dans quels cas emploie-t-on des engrenages coniques, hélicoïdaux ?
7. Qu'est-ce qu'un érie ? Desserrez cet outil et expliquez son fonctionnement.

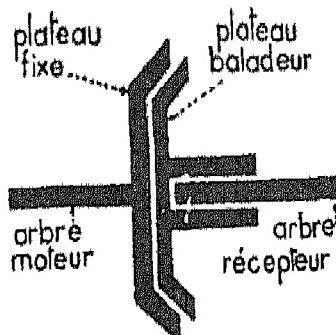


Fig. 18. — Schéma d'un embrayage à friction. Les cannelures de l'arbre récepteur ne sont pas représentées.

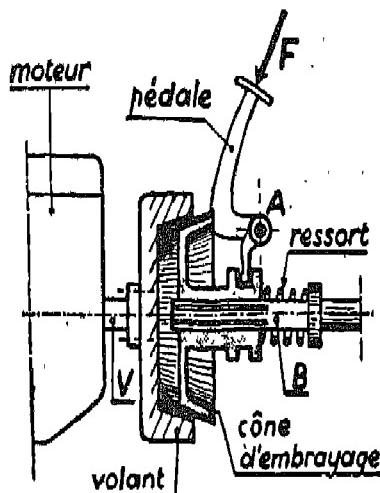


Fig. 19. — Coupé d'un embrayage à friction d'automobile. Un puissant ressort appuie le cône baladeur d'embrayage contre la surface conique du volant. Pour débrayer, l'automobiliste appuie avec son pied sur la pédale F. Que se passe-t-il alors ? La figure représente le cône non appliqué contre le volant, donc en position de débrayage.

Exercices. — 1. Avez-vous un jouet dans lequel il y a transmission de mouvement par engrenages ? Expliquez le rôle de cet engrenage ; et le fonctionnement de votre jouet.

2. Une faucheuse agricole consiste essentiellement en une grande lame portant des dents de scie. Faites un schéma du mécanisme qui commande le mouvement de va et vient de cette lame.

62^e LEÇON

LE FROTTEMENT — LE ROULEMENT

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. D'où vient qu'après avoir pris votre élan pour glisser sur la glace, votre vitesse diminue peu à peu ? Votre vitesse diminue peu à peu ? votez d'autre cas où le frottement oppose une résistance au glissement : déplacement d'un meuble non muni de roulettes, descente à la corde lisse, etc.
2. Faites glisser une caisse lourdement chargée sur un sol rugueux, sur un parquet ciré ou bien lisse. Dans quel cas la résistance due au frottement est-elle la plus grande ? La même caisse, glissant sur le même parquet, éprouve-t-elle la même résistance quand elle est vide, ou quand elle est chargée ?
3. Frottez énergiquement le bout d'un crayon contre une planche de bois, et partez-le de temps à autre contre votre joue. Comment nos ancêtres, comment certains sauvages aujourd'hui, allument-ils du feu ? Tachez : le frottement dégage de la chaleur.
4. Quelles substances utilise-t-on pour diminuer le frottement entre deux surfaces qui glissent l'une sur l'autre, c'est-à-dire pour lubrifier ces surfaces ? Quels sont les lubrifiants que vous connaissez ?
5. Faites glisser un livre sur la table en le poussant. Recommencez après avoir râssé dessous des crayons ou des billes. Comparez en comparant la résistance au glissement à la résistance au roulement. Pourquoi met-on des roulettes sous les meubles qu'on déplace fréquemment ? des roues sous la carrosserie des voitures ? des billes entre l'essieu et le moyen des roues de bicyclettes, d'automobiles ?

II. — LEÇON

Production de mouvement à l'aide de moteurs, transmission de mouvements par les mécanismes les plus utilisés : tels ont été les sujets de nos dernières leçons.

Aujourd'hui notre attention va se porter sur un phénomène dont vous avez fréquemment éprouvé les effets, phénomène qui s'oppose au mouvement, qui le détruit parfois.

A. — *Le frottement.*

1. Glisser, plaisir d'hiver, est un jeu plein d'enseignement.

Il est si amusant pour les enfants qu'ils s'y essayent même en été

pour peu que le trottoir leur semble assez lisse. Mais leurs tentatives cessent bientôt ; leur élan est trop vite brisé par le frottement des semelles sur le sol.

C'est l'hiver, la vraie saison des glissades : vous glissez sur la surface de la neige duree par le piétinement des passants, sur la glace du ruisseau ou de l'étang, partout où elle est lisse (fig. 1).

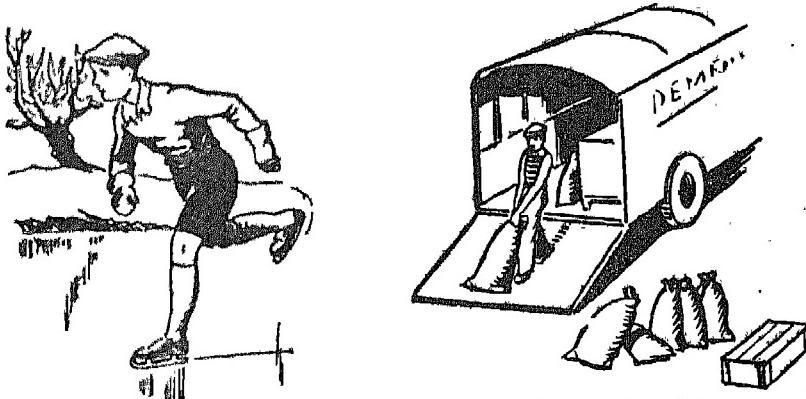


Fig. 1. — Patinage sur la glace. Pourquoi le patineur est-il obligé à chaque instant de reprendre son élan ?

Fig. 2. — Le frottement absorbe du travail. Le livreur tirerait-il aussi fort sur le sac s'il n'y avait pas frottement ?

A ce jeu, vous avez fait connaissance avec le frottement. Par ailleurs, vous avez appris que pour arrêter l'élan d'un camion, il faut le tirer en arrière. Puisque le frottement des semelles sur la glace l'arrête par arrêté le glisseur, c'est donc qu'il le tire en arrière. Conclusion :

1^o Lorsqu'un corps glisse sur un autre, une force s'oppose à son mouvement. On l'appelle résistance de frottement, ou simplement frottement.

2^o La résistance de frottement est d'autant plus grande que les surfaces en contact sont plus rugueuses, et que le corps qui glisse appuie plus fortement contre l'autre.

2. Le frottement absorbe du travail.

a) Regardez ce livreur hisser un sac lourd dans le camion. Il le fait glisser sur le plancher incliné (fig. 2). Il tirerait bien moins fort s'il n'y avait pas de frottement : il dépenserait moins de travail.

b) Observez une machine à vapeur en marche (fig. 3). De nombreuses pièces se déplacent en glissant sur d'autres : piston, coulisseau, arbre de manivelle sur les coussinets des paliers, extrémités de la bielle sur les axes

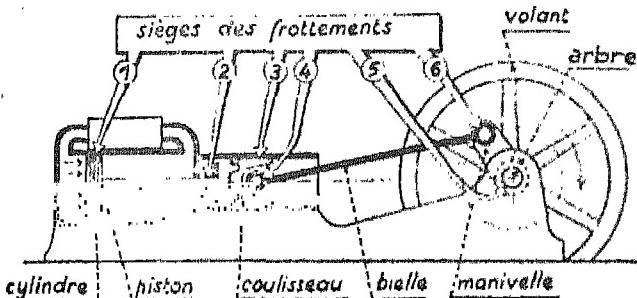


Fig. 3. — Résistances dues au frottement. Énumérez les diverses résistances, dues au frottement, dans cette machine à vapeur.

d'articulation. Il en résulte de nombreux frottements.

Tous ces frottements absorbent une partie du travail produit par la force de la vapeur. Leur effet est particulièrement visible lorsque le mécanicien ferme l'arrivée de la vapeur dans le cylindre ; la machine ralentit et s'arrête, d'autant plus vite que les frottements sont plus grands.

3. Le travail absorbé par les frottements se transforme en chaleur.

Expériences. — 1. Frottez une allumette sur sa boîte : elle s'enflamme. Le frottement a échauffé suffisamment la pâte phosphorée pour qu'elle prenne feu.



Fig. 4. — Le frottement dégage de la chaleur. Voyez comment certaines peuplades non civilisées allument le feu.

2. Certaines règles métalliques nickelées sont creuses ; leurs parois sont minces. Frottez-en une dans le creux de votre coude bien serré et portez-la contre votre joue, elle est chaude. — Rappelez-vous comment le sauvage allume son feu (fig. 4).

Des accidents résultent parfois de la chaleur dégagée par le frottement ; quand un arbre tourne entre des coussinets de palier mal graissés, le frottement échauffe les surfaces en contact à un tel point qu'elles deviennent

brûlantes et brusquement se collent l'une à l'autre : c'est le **grippage** qui peut détruire la machine.

4. Comment diminuer le frottement ?

a) En polissant le mieux possible les surfaces qui frottent. Ce polissage s'effectue d'ailleurs automatiquement par le frottement même : les surfaces s'usent lentement et leurs aspérités disparaissent. Les automobiles ne sont livrées qu'après avoir fonctionné quelque temps ; et le constructeur recommande de les conduire à vitesse réduite pendant les 1 500 premiers kilomètres ; c'est la période de rôdage de la voiture.

b) En choisissant convenablement les matériaux des surfaces frottantes. On évite le frottement fonte sur fonte, fer sur fer ou acier, pour le remplacer par le frottement fer ou acier sur bronze. Par exemple, les arbres qui sont en fer tournent entre des coussinets en bronze.

c) En lubrifiant les surfaces frottantes. Un garçon soigneux graisse fréquemment les moyeux, le pédalier, toutes les parties de sa bicyclette où des pièces frottent les unes sur les autres ; l'automobiliste fait de même pour sa voiture, le mécanicien pour sa machine à vapeur... etc. L'huile ou la graisse s'interposent entre les deux surfaces qui ne sont plus en contact direct : ce sont des particules graisseuses qui glissent alors les unes sur les autres et la résistance de frottement s'en trouve considérablement diminuée.

Les matières aussi employées pour réduire le frottement sont appelées des lubrifiants et l'effet qu'elles produisent est la **lubrification**. Les principales sont : les graisses animales (suif) ;

certaines huiles végétales (huile de ricin) ; les huiles minérales, qui ont sur les précédentes l'avantage de ne pas s'altérer à l'air. On les retire du pétrole brut par distillation et obtient des huiles très fluides : huile de vaseline pour les mécanismes de montre et horloges ; les autres sont plus épaisses, colorées en jaune ou en vert ; et il en est qui ont la consistance du saindoux. Les constructeurs industriels ont soin d'apprendre à leurs clients quelle qualité d'huile il faut employer pour lubrifier les différentes pièces d'une machine, d'une automobile, etc.

d) En remplaçant toutes les fois qu'il est possible le glissement par le roulement.

B. — Le roulement.

1. Imitez le maçon qui déplace un gros bloc de pierre.

Expériences. — 1. Essayez de traîner sur le sol une lourde charge, un gros bloc de pierre par exemple ; même si le terrain est plat et solide,

avec toute votre force, le bloc reste immobile : le frottement oppose au glissement une résistance beaucoup trop grande (fig. 5 - 1).

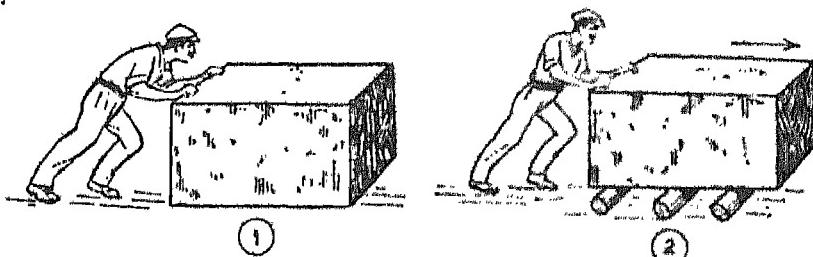


Fig. 5. — Transport d'un fardeau très lourd.

1. Impossible de le faire avancer s'il repose sur le sol.
2. Placé sur des rouleaux, il se déplace facilement.

2. Soulevez la pierre avec un levier et glissez sous elle des rondins de bois, aussi ronds et lisses que possible, d'au moins 10 centimètres de diamètre. Et poussez maintenant le bloc, soit avec les mains, soit en vous aidant d'un levier à l'arrière ; les rondins roulent et emportent le bloc (fig. 5 - 2).

La résistance au roulement est beaucoup plus petite que la résistance au glissement. On a toujours intérêt à remplacer un glissement par un roulement.

3. Vous verrez plus loin (page 511, fig. 7) que le roulement est une succession incessante de pivotements.

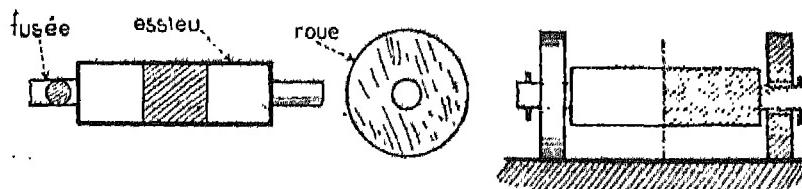


Fig. 6. — Roues et essieu. Les roues sont montées sur les fusées des essieux. — A gauche, les parties hachurées sont les sections des pièces ; à droite, vue de face et coupe d'un essieu monté sur roues.

REMARQUE. — Le transport sur rouleaux est fréquemment employé par les maçons et tous les ouvriers qui ont à déplacer de lourdes charges. Mais il est lent

1. On pourra opérer, à défaut d'une grosse pierre de taille, avec une caisse pleine de terre ou de cailloux.

parce que le fardeau avance plus vite que les rondins ; si bien qu'il faut s'arrêter fréquemment pour remettre les rondins en bonne place.

2. Les roues sont plus commodes que les rouleaux.

Expérience. — Fabriquez un essieu et montez-le sur roues.

Un essieu est une barre solide (que vous pourrez faire en bois) terminée à chaque bout par une partie cylindrique ou légèrement conique, appelée fusée d'essieu, à surface très lisse.

La roue la plus simple est un disque circulaire découpé dans une planche épaisse de bois. Percez-la en son centre d'un trou juste assez grand pour que la fusée d'essieu y pénètre sans frotter. Ainsi installée, la roue peut tourner librement autour de la fusée : c'est une roue libre.

Glissez l'essieu, monté sur ses deux roues, sous le fardeau ; vous le déplacerez facilement en le poussant ou en le tirant : chaque roue tourne

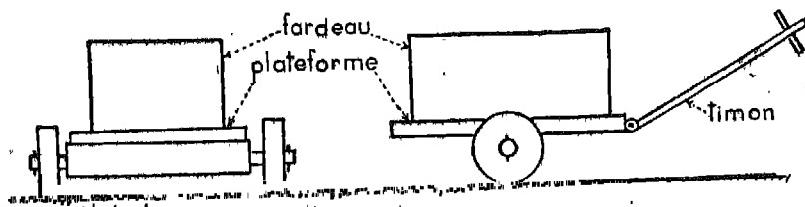


Fig. 7. — Charette réduite à ses éléments essentiels. Déscrivez-la et fabriquez-en une à l'occasion.

autour de sa fusée et roule sur le sol, emportant l'essieu (qui ne tourne pas) et le fardeau (fig. 7).

3. Les chars ou voitures à deux roues.

Vous en rencontrez chaque jour. Ils compor tent les mêmes organes que celui que vous venez de construire,

a) un essieu, grosse barre de fer à section carrée, terminée à chaque extrémité par une fusée, à surface lisse, légèrement conique.

b) deux roues : chacune d'elles est faite d'un moyeu, de rais ou rayons et d'une jante, le tout en bois dur ; un bandage en fer protège extérieurement la jante contre l'usure et maintient solidement assemblées les diverses parties de la roue (fig. 8) ; enfin, à l'intérieur du moyeu,

1. On démontre qu'il avance deux fois plus vite.

un épais fourreau en fonte, appelé boîte de roue (ou boîte d'essieu) reçoit la fusée de l'essieu (fig. 9).

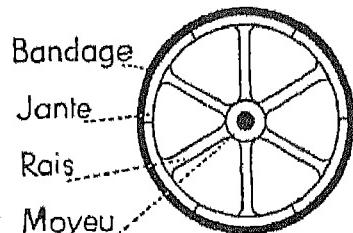


Fig. 8. — Roue de chariot. De combien de parties se compose-t-elle ?
Dessinez et décrivez chacune d'elle.

c) une plate-forme ou un caisson, porté par deux poutres fixées sur l'essieu et destiné à recevoir les fardeaux à transporter.

d) chaque poutre, ou flion, se prolonge en avant d'une longueur de cheval; c'est entre ces deux limons que l'on place le cheval (*le limonier*) pour l'atteler.

4. Les roulements à billes.

Lorsqu'un char roule, les essieux et par suite leurs fusées ne tournent pas. Mais chaque boîte d'essieu tourne avec le moyeu dans lequel elle est encastrée. Il y a donc là deux surfaces en contact dont l'une glisse sur l'autre : d'où frottement et inutile dépense de travail.

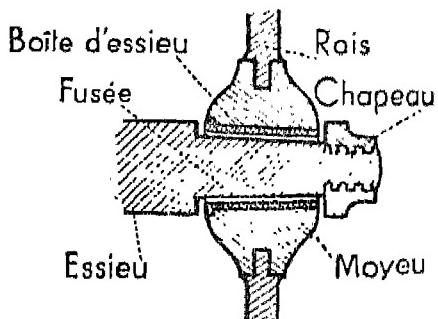


Fig. 9. — Voyez comment une roue de chariot est montée sur le bout d'un essieu. L'essieu et sa fusée sont en fer; la boîte d'essieu, fixée à l'intérieur du moyeu, est en fonte; le moyeu et les rais sont en bois.

d'acier entre la boîte et la fusée; si bien que lorsque la roue tourne, le moyeu roule sur les billes qui roulent elles-mêmes sur la fusée. C'est ce qu'on appelle un roulement à billes : il supprime presque totalement la résistance opposée au mouvement de la roue par le frottement du moyeu sur l'essieu (fig. 9).

1. Cette boîte protège l'intérieur du moyeu de l'usure par frottement quand le char roule.
2. On diminue beaucoup ce frottement en lubrifiant la fusée d'essieu avec une graisse pâteuse (graisse consistante) qui, à la longue, devient noire parce qu'elle retient les poussières ; c'est alors du cambouis.

Dans les chars ordinaires, on atténue ce frottement en lubrifiant la fusée d'essieu avec une graisse, qui noircit à la longue (*cambouis*).

Dans les véhicules appelés à rouler très vite, telles que les bicyclettes, les automobiles, on interpose des billes

REMARQUES. — 1. L'emploi de roulements à billes se répand de plus en plus dans la construction mécanique. On les utilise non seulement dans les roues des véhicules, des bicyclettes, mais dans les cas très nombreux où il est possible de remplacer un glissement par un roulement : patins à roulettes, paliers des moteurs électriques, etc.

2. Les billes sont remplacées par des rouleaux cylindriques lorsque les paliers ont à supporter des poids très lourds, comme dans les gros alternateurs des Centrales électriques.

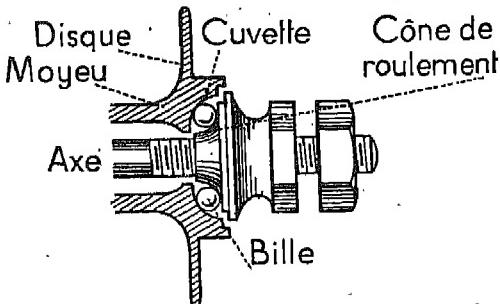


Fig. 10. — Roulement à billes d'une roue de bicyclette. Ici, l'essieu prend le nom d'axe. Vous pouvez voir les billes en démontant la roue avant et desserrant un peu l'érou qui porte le cône du roulement.

III. — RÉSUMÉ

1. Lorsqu'un corps glisse sur un autre, le frottement des surfaces en contact oppose une résistance au mouvement.
2. La résistance due au frottement est d'autant plus grande que les surfaces sont plus rugueuses et les corps plus pressés l'un contre l'autre.
3. Le frottement absorbe du travail et dégage de la chaleur.
4. On diminue le frottement :
 - a) en polissant les surfaces qui frottent ;
 - b) en choisisant convenablement les matériaux de ces surfaces ;
 - c) en graissant ou lubrifiant ces surfaces ;
 - d) en remplaçant le glissement par le roulement.
5. Pour déplacer un gros bloc de pierre, le maçon le fait rouler sur des rouleaux cylindriques.
Les chars ont des roues dont les moyeux sont munis de boîtes d'essieux, en fonte ; ces boîtes supportent les fusées des essieux. Lorsque le char roule, la boîte tourne autour de la fusée.
Pour diminuer le frottement, on interpose des billes d'acier entre la fusée et la boîte : on réalise ainsi un roulement à billes.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

- Questions.** — 1. Quand dit-on qu'une surface glisse sur une autre ? Donnez des exemples.
2. Qu'appelle-t-on résistance de frottement ou, simplement, frottement ? Quels sont les inconvénients du frottement ?
3. Quels sont les moyens utilisés pour diminuer le frottement entre deux surfaces dont l'une glisse sur l'autre ? Citez les lubrifiants que vous avez vu employer, et justifiez leur emploi.
4. Décrivez une roue de chariot. Quelle est la partie qui est en contact avec la fusée de l'essieu ?

Montrez que lorsque le chariot avance la surface intérieure de la bouteille d'essence glisse sur la surface extérieure de la fusée.

Exercices. — 1. Qu'arrive-t-il à ceux qui font de trop grands pas sur la glace, ou sur une route verglassée, ou sur un parquet bien poli et bien ciré ? Que répand-on sur la glace ou sur le verglas pour éviter de tomber ?

Qu'arrive-t-il parfois aux roues motrices des automobiles ou des locomotives lorsqu'il y a du verglas ? Comment fait-on pour empêcher ces roues de patiner ?

Conclusion : le frottement ne présente pas que des inconvénients ?

2. Vous observerez et vous décrirez, en vous aidant de schémas, une voiture à quatre roues, à traction par cheval, en suivant le plan suivant :

a) *Perrière-train de la voiture* ;

b) *L'avant-train* ;

c) *liaison entre Perrière-train et l'avant-train*. Remarquez que l'avant-train peut être braqué, soit vers la droite, soit vers la gauche ; pourquoi doit-il en être ainsi ?

d) *dispositif d'attelage* ;

e) *carrosserie* (plate-forme, ou caisson...) ;

f) *dispositif de sécurité* (freins).

Pour les noms des diverses parties, renseignez-vous près d'un charbon ou d'un forgeron.

3. Décrivez le mécanisme qui permet au conducteur d'une voiture à cheval, à quatre roues, de serrer les freins. — Dessinez-en d'abord le schéma.

63^e LEÇON

LA BICYCLETTE

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

Une bicyclette en bon état est amenée et décrite par les élèves ; successivement, l'un décrit le *cadre*, le suivant la *roue avant*, et ainsi de suite, selon le plan suivant :

- 1^o le *cadre* ;
- 2^o la *roue avant* ;
- 3^o la *roue arrière* ;

- 4^o le *pédalier* et la *transmission de mouvement* ;
- 5^o le *mécanisme de direction* ;
- 6^o les *organes de sécurité*.

Autant que possible, les descriptions seront accompagnées de *schémas* et d'*explications justificatives des formes et des matériaux utilisés*.

II. — LEÇON

La bicyclette est une conquête récente de la mécanique : la première (avec roue motrice arrière) a été construite en 1880, en Angleterre. Et il y en a maintenant plus de 7 millions en France !

C'est la reine des véhicules modernes. Elle s'est imposée par les services qu'elle rend, aux habitants des villes comme à ceux des campagnes. Quelle famille, même la plus modeste, n'a pas une ou plusieurs bicyclettes, tant pour se déplacer pour le travail ; pour se rendre à l'atelier, aux champs, au bureau, à l'école !

L'étude de la bicyclette est intéressante, parce qu'il est toujours bon de bien connaître une machine que l'on utilise et que l'on doit tenir en bon état, et parce qu'elle est une belle application des notions de mécanique que vous avez apprises.

1. Quelles sont les principales pièces d'une bicyclette ?

Nous pouvons les classer ainsi :

- 1^o un *bâti*, que l'on appelle ici *cadre* ;
- 2^o une *roue avant*, une *roue arrière*, qui supportent le cadre ;
- 3^o un *mécanisme de transmission de mouvement* : *pédalier* avec *roue dentée*, *chaîne de transmission*, *pignon* fixé sur le moyeu de la roue arrière ;

1. On choisira évidemment une bicyclette sans complication mécanique telle que changement de développement.

4^e un dispositif de direction : *guidon* permettant d'orienter la roue avant ;

5^e des dispositifs de sécurité : les *freins*, l'*éclairage*, la *sonnette*.

2. Le cadre.

C'est le bâti de la bicyclette, et, comme dans toute machine, son rôle est de maintenir en place les autres organes. Aussi doit-il être indéformable, malgré les efforts qu'il aura à supporter, et aussi léger que possible afin que la bicyclette soit facile à manier.

C'est pourquoi il est fait de tubes en acier, soudés les uns aux autres, formant un quadrilatère plan (fig. 1) : un tube horizontal, un tube de

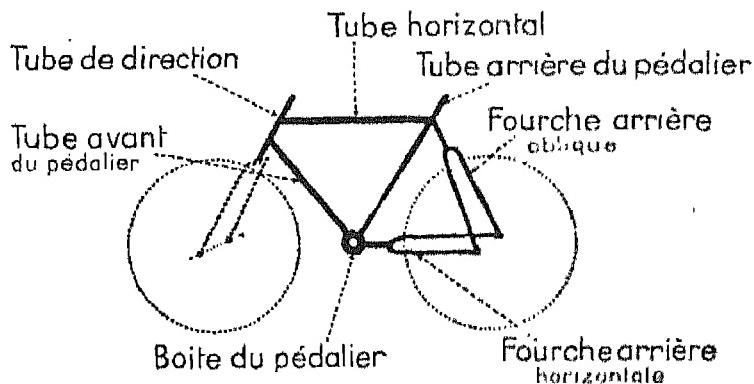


Fig. 1. — Cadre de bicyclette. Décrivez-le.

direction en avant, deux tubes de pédalier (tube avant, tube arrière) soudés à leur partie inférieure à une boîte cylindrique à paroi épaisse, la *boîte du pédalier*.

Pourquoi utilise-t-on des tubes et non des barres pleines ? C'est qu'à égalité de poids, un tube résiste mieux qu'une barre aux efforts qui tendent à le déformer, à le courber notamment.

A l'arrière, le cadre porte deux fourches, (fig. 1) l'une *horizontale* soudée à la boîte du pédalier, l'autre *inclinée* et soudée au tube arrière du pédalier. Les branches de ces fourches sont elles-mêmes soudées deux à deux, à leurs extrémités, qui prennent appui sur l'axe de la roue arrière.

A l'avant, le cadre porte une autre fourche, la *fourche de direction*,

dont les extrémités reposent sur l'axe de la roue ayant. En définitive, le cadre est porté par les axes des deux roues.

3. La roue avant est libre.

Elle comprend : un essieu très court appelé *axe*, un *moyeu*, des *rais*, une *jante* et un *bandage* (chambre à air et enveloppe).

a) L'*axe* est un petit cylindre d'acier, fileté à chaque bout, ce qui permet d'y serrer solidement, entre deux écrous, les extrémités de la fourche de direction (fig. 2).

Remarquez la forme du *chemin de roulement* ménagé sur chaque écrou intérieur : c'est sur cette surface, en acier trempé très dur, que roulent les billes interposées entre l'*axe* et le *moyeu*.

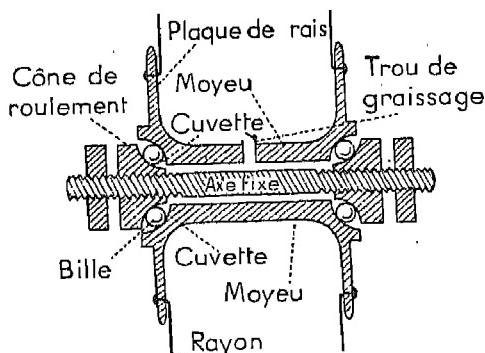


Fig. 2. — Axe, moyeu, roulement à billes de la roue avant d'une bicyclette.

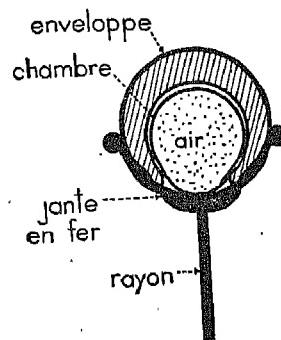


Fig. 3. — Jante et pneu de roue de bicyclette.

b) Le *moyeu* est un tube d'acier très rigide, portant à chaque bout une plaque sur laquelle on fixe les rayons de la roue, et une *cuvette* qui repose sur les billes ; si bien que, lorsque tourne la roue, le moyeu ne frotte pas sur l'*axe* — qui est fixe — mais roule sur les billes qui roulent elles-mêmes sur le *cône de roulement*.

Ce dispositif rend la roue extrêmement mobile autour de son *axe*.

c) Les *rais* ou *rayons* sont des tringles d'acier rivées d'une part sur les plaques du moyeu, d'autre part sur la *jante* (fig. 3). Remarquez comment ils sont entre-croisés et forment, avec la *jante* et le *moyeu*, un ensemble très rigide.

d) La *jante* est un cercle d'acier, de faible épaisseur, dont la section

est en forme de cuvette : ce qui lui permet de recevoir le bandage ou pneumatique (appelé couramment pneu).

Le pneu est formé de deux pièces que vous connaissez bien : une chambre à air et une enveloppe.

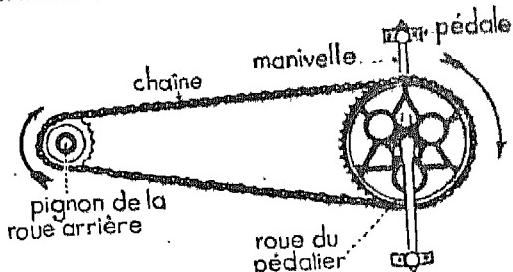


Fig. 4. — Mécanisme de transmission de mouvement.

d'une couche épaisse de caoutchouc. Son rôle est de

La chambre à air est un ballon en caoutchouc, à parois très fines, donc très élastique ; elle est complètement fermée, mais elle porte une valve, c'est-à-dire une soupape, qui permet d'y introduire de l'air à l'aide d'une pompe à air, que le cycliste manœuvrera à la main.

L'enveloppe, élastique aussi, est formée d'une forte toile garnie extérieurement protégeant la chambre contre les crevasses (éclous, débris de verre...).

Lorsque le cycliste roule, le pneu rencontre de nombreux obstacles : nailloix, bosses de la route, etc. Mais grâce à son élasticité, il se déforme et reprend sa forme initiale. L'élasticité franche, grâce à quoi deux résultats sont obtenus :

1^e les choses, qui se produiraient si la jante était rigide comme du bois ou du fer, sont évitées ou très minimes ; d'où un roulement silencieux et très doux ;

2^e les obstacles sont freinés sans opposer une résistance appréciable au mouvement.

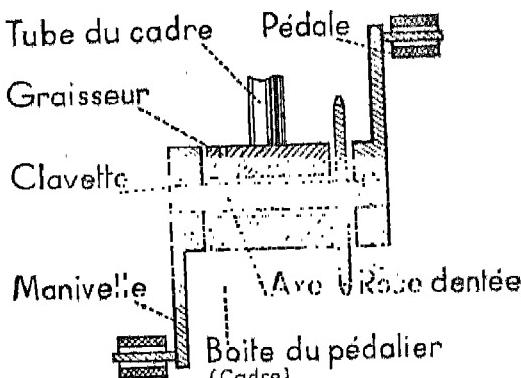


Fig. 5. — Pédalier de bicyclette (coupe).

mouvement en avant de la machine ; le travail mécanique fourni par le cycliste s'en trouve considérablement diminué.

4. La roue arrière est motrice.

Elle est semblable à la roue avant, avec toutefois une pièce supplémentaire : un pignon denté fixé sur le moyeu, près de son extrémité droite.

5. Le mécanisme de transmission de mouvement.

Description. — Il se compose du pédalier, de la chaîne de transmission et du pignon denté de la roue arrière (fig. 4).

a) Le pédalier comprend un axe parfaitement ajusté dans la boîte cylindrique creuse qui fait partie du cadre (fig. 5).

Deux manivelles, une à chaque bout, sont clavetées sur cet axe ; leurs extrémités portent les pédales.

Enfin, une roue dentée est également solidaire de l'axe.

b) La chaîne de transmission, toute en acier, est composée de maillons formés de lames articulées à leurs extrémités sur des axes (fig. 6). Des rouleaux creux entourent ces axes, ce qui a pour effet de remplacer par un roulement le glissement des axes contre les dents de la roue, et par suite, d'éviter des pertes de travail par frottement.

Fonctionnement. — Le moteur est le cycliste. En poussant les pédales avec ses pieds, il fait tourner l'axe du pédalier et la roue dentée qui lui est solidaire. La chaîne transmet ce mouvement de rotation au pignon de la roue arrière et par suite à cette roue.

Celle-ci tourne sur elle-même si elle est soulevée. Mais, si elle repose sur le sol, elle ne peut tourner ainsi : le frottement sur le sol, très énergique, l'en empêche. Le point de la roue en contact avec le sol reste immobile et la roue pivote autour de ce point (fig. 7).

Le roulement résulte de la succession incessante de pivotements autour du point où la roue touche terre.

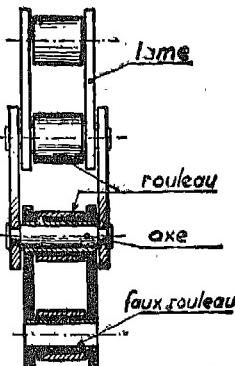


Fig. 6. — Chaîne de transmission.

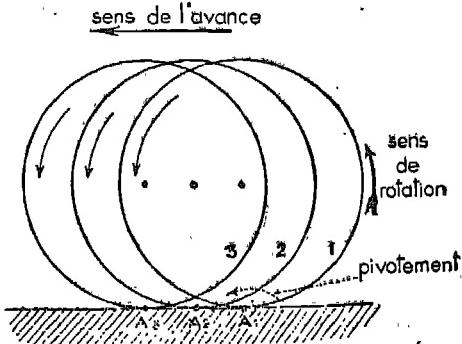


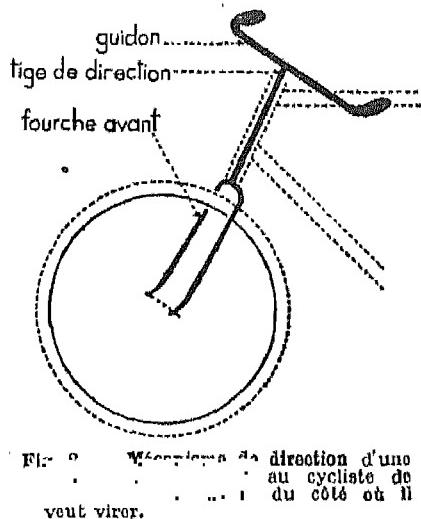
Fig. 7. — Une roue qui roule pivote sans cesse autour de son point de contact avec le sol.

En roulant, la roue arrière pousse toute la machine devant elle, d'où le nom de **roue motrice** qui lui est donnée parfois.

Voilà donc notre bicyclette en mouvement. Comment ce mouvement peut-il être dirigé ?

6. Le mécanisme de direction.

Vous savez que la bicyclette roule en ligne droite tant que la roue avant est droite, c'est-à-dire dans le même plan que le cadre et la roue arrière.



Si le cycliste la braque vers la gauche, elle avance de ce côté ; le cadre la suit forcément ainsi que la roue arrière : la machine change donc de direction : elle tourne aussi à gauche.

C'est précisément pour permettre au cycliste de la braquer à sa guise que la roue avant est montée de façon spéciale (fig. 8). Dans le tube avant du cadre, un autre, plus petit, mais robuste, est ajusté pour tourner dans le premier ; il est solidaire en haut du guidon, en bas de la fourche qui porte l'axe de la roue. Ainsi, toute rotation du guidon se transmet à la fourche, à l'axe et par suite à la roue elle-même.

7. Les organes de sécurité.

a) Un bon cycliste reste constamment maître de sa machine, même aux descentes les plus raides ; il peut toujours prendre un virage correctement et s'arrêter à temps devant un obstacle imprévu, car il a toujours de bons freins, un sur chaque roue :

Un frein sur roue de bicyclette se compose de deux petits blocs ou patins en caoutchouc, portés par la fourche et très voisins de la roue. Le cycliste peut les appliquer sur la jante, quand il le juge bon, en agissant avec la main sur un levier fixé au guidon ; un câble souple transmet le mouvement du levier aux patins.

1. Les bicyclettes actuelles peuvent rouler aux descentes sans que le cycliste pédale. Un léger perfectionnement, dont nous ne parlerons pas, permet à la roue arrière d'être libre, c'est-à-dire de tourner sans être entraînée par la chaîne et le pédalier.

Un bon frein est progressif : il permet au cycliste d'appliquer les patins de plus en plus fortement sur la jante ; car sous peine d'accident grave, il ne doit pas bloquer la roue, l'empêcher de tourner : la machine s'arrêterait brusquement et le cycliste continuant son mouvement malgré lui, serait projeté en avant, sur la route ; il ferait « panache » !

b) Toute bicyclette doit être pourvue d'un dispositif d'éclairage comportant, dès la nuit tombante :

- un feu blanc à l'avant ;
- un feu rouge à l'arrière.

c) Enfin un avertisseur : *limbre* ou *trompe à main* permet de prévenir, s'il y a lieu, les usagers de la route de l'arrivée du cycliste.

III. — RÉSUMÉ

1. Une bicyclette comporte essentiellement : un bâti ou cadre, une roue avant (roue de direction), une roue arrière (roue motrice), un mécanisme de transmission de mouvement, un dispositif de direction, des organes de sécurité.

2. Le cadre est fait de tubes d'acier soudés les uns aux autres, formant un quadrilatère ; il porte, à l'avant, deux fourches qui prennent appui sur l'axe de direction.

3. La roue avant comprend un axe, un moyeu roulant sur des billes, des rais, une jante garnie d'un pneu (chambre à air et enveloppe). La roue arrière porte en outre, soudé à son moyeu, un pignon denté.

4. Le moteur est le cycliste. Le mouvement de ses pieds est transmis à la roue arrière par un mécanisme comportant : pédales, manivelles, axe du pédalier, roue dentée fixée sur cet axe, chaîne de transmission, pignon sur le moyeu de la roue arrière.

5. La direction comporte : le guidon, la tige de direction, la fourche et la roue avant ; le cycliste peut ainsi en agissant sur le guidon braquer la roue du côté où il veut virer.

6. Les organes de sécurité sont : les freins, le dispositif d'éclairage, les appareils avertisseurs.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

Questions. — 1. Le cadre d'une bicyclette : schéma et description. Par quels organes est-il porté ?

2. La roue avant : schéma de l'axe, des billes, du moyeu, des chemins de roulement ; coupe schématique de la jante et du pneu ; description de la roue.

3. La transmission du mouvement dans une bicyclette : schéma du mécanisme et description.

4. Le mécanisme de direction : schéma et description.

Exercices. — 1. Comment pouvez-vous mesurer le développement de votre bicyclette, c'est-à-dire la longueur dont elle avance lorsqu'une pédale fait exactement un tour.

a) lorsque vous roulez sur une route portant des bornes hectométriques ;
b) sans monter sur votre bicyclette, mais en la faisant rouler en ligne droite sur un terrain plat ;

c) sans la faire rouler, par des mesures faites sur certains organes de la machine.

2. Beaucoup de bicyclettes actuelles permettent au cycliste de changer le développement de sa machine. Décrivez les modifications apportées au mécanisme de transmission tel qu'il a été décrit au cours de la leçon.

Quel avantage présente une bicyclette ainsi perfectionnée ?

3. Procurez-vous une valve sur une chambre à air hors d'usage ; faites-en un schéma très agrandi et décrivez-la ; justifiez la forme des diverses pièces qu'elle comporte. A quel organe d'une pompe à eau peut-elle être comparée ?

4. Décrivez la pompe à air de votre bicyclette et faites-en un schéma : corps de pompe ; piston formé d'une pièce de cuir à bords repliés — (pourquoi ?) ; tige de piston terminée par une poignée.

Expliquez le fonctionnement de la pompe et de la valve lorsque vous gonflez la chambre à air.

CONSEILS AUX CYCLISTES

De tous les usagers de la route, vous êtes les plus mobiles, les plus souples, les plus rapides pour le départ comme pour l'arrêt. Vos devoirs dérivent de ces qualités.

1. Tenez-vous exactement à droite de la route, ras la bordure toutes les fois que l'état de la chaussée le permet.

2. Voulez-vous dépasser une voiture ? Assurez-vous d'abord qu'il n'en vient pas une en sens inverse. Ne la doublez pas à droite, car elle peut démarrer à ce moment et vous coiffer contre le trottoir ; passez à gauche, non loin de la voiture et reprenez de suite votre droite.

3. Ne suivez pas de trop près un camion ou une automobile. Ces véhicules peuvent être obligés de s'arrêter brusquement sans que vous en soyez prévenu ; vous risquez alors d'entrer tête baissée dans le châssis ou la carrosserie.

4. Abordez toujours les croisements de route à l'extrême ralenti : un chauffeur peut prévoir une route ou même un chemin de champ ; il ne peut deviner la partie transverse ou le sentier couvert d'où vous allez jaillir trop vite pour qu'il puisse vous éviter. Des centaines de cyclistes sont morts pour avoir négligé cette précaution.

5. Prenez vos virages lentement pour ne pas déraper, surtout aux descentes ; un dérapage peut vous projeter sous les roues d'une voiture.

6. Soyez seul sur votre bicyclette. Si vous êtes en bande, roulez en file indienne sur le bord droit.

7. Souvenez-vous que vous êtes soumis, sur route, aux mêmes obligations que l'automobiliste. Vous devez tendre votre bras gauche, quand vous allez virer dans ce sens ou traverser la chaussée ; et cela quelques instants avant de commencer votre virage. Vous devez l'agiter doucement toutes les fois que vous allez ralentir. Vous devez corner aux croisements importants, vous arrêter en cas d'accrochage ou d'accident, etc.

8. Dès la nuit tombante, ayez un feu blanc à l'avant et un feu rouge à l'arrière. De nuit, vous êtes invisible à 15 mètres, devant le chauffeur d'automobile réduit par les circonstances à son éclairage code. Si votre lumière ne l'avertit pas, il peut vous écraser ; un petit cabochon rouge ne suffit pas pour le prévenir.

6^e LEÇON

L'AUTOMOBILE

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. D'après ce que vous savez d'une bicyclette, quels sont les organes essentiels d'une voiture automobile ?
2. Rappelez ce que vous avez déjà appris au sujet :
 - a) du moteur ;
 - b) du mécanisme d'embrayage et de débrayage ;
 - c) de la boîte de vitesses.
3. Examinez sous le châssis (si la voiture a sa carrosserie) : l'arbre de transmission et le pont arrière constitué par la boîte du différentiel, les demi-essieux à droite et à gauche, les roues arrière.
Disposez des cales sous les demi-essieux pour que les roues arrière soient soulevées ; et faites les expériences suivantes :
 - a) Le levier de vitesse étant au point mort, faites tourner l'une des deux roues arrière ; que fait l'autre roue ?
 - b) Le levier de vitesse étant mis en

première vitesse, tournez l'une des roues ; que fait l'autre ?
Un camarade faisant tourner une roue, constatez que vous pouvez faire tourner l'autre plus vite, (ou moins vite).
Concluez : les deux roues arrière peuvent tourner à des vitesses différentes, bien que commandées par le même arbre de transmission.

4. Comment provoque-t-on le virage d'une bicyclette ? d'une automobile ? Voyez sous le châssis le mécanisme qui permet en tournant le volant de direction, de braquer simultanément les deux roues avant.
5. Les roues des automobiles sont en deux parties : le moyeu, très robuste et très lourd, la partie extérieure (voile plein ou rais, jante, pneu) boulonnée sur le moyeu. Justifiez cette disposition. L'automobiliste répare-t-il sur place un pneu crevé comme fait le cycliste ?

II. — LEÇON

Après la bicyclette, l'automobile est venue transformer la circulation sur route. Elle rend aujourd'hui de si grands services, elle est tellement répandue, que beaucoup d'entre vous seront un jour appelés à tenir le volant.

Vous serez alors obligé de connaître les détails mécaniques de votre voiture, pour la graisser, l'entretenir en bon état, la dépanner. Mais il faudra aussi avoir une idée nette du rôle de ses divers mécanismes. Vous allez aujourd'hui en commencer l'étude.

D'une automobile prête à rouler vous ne voyez guère que la carrosserie et les roues. Les organes essentiels sont cachés ; pour les étudier, il faut une voiture, dont la carrosserie soit enlevée ; à défaut, des figures vous viendront en aide.

Vous allez d'ailleurs retrouver les mêmes groupes d'organes que dans la bicyclette, si bien que nous suivrons le même plan et que nous étudierons successivement : *bâti, roues, moteur, embrayage, boîte de vitesses, dispositifs de sécurité.*

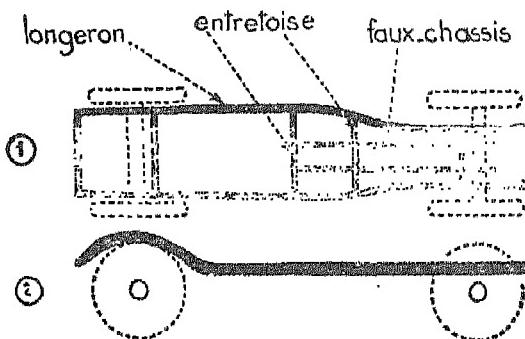


Fig. 1. — Châssis d'automobile.

1. Vue en plan. 2. Vue de profil.
A l'arrière les *longerons* sont incurvés vers le haut pour laisser de la place au pont arrière.

Sa forme générale est celle d'un rectangle, resserré à l'avant pour

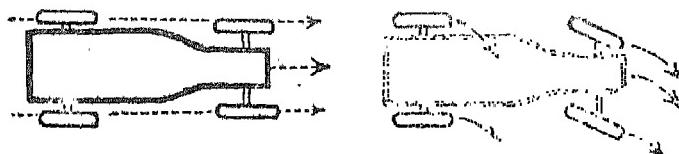


Fig. 2. — Le châssis est rétréci à l'avant pour permettre le braquage des roues avant lors des virages.

permettre le braquage des roues avant lors des changements de direction (fig. 2).

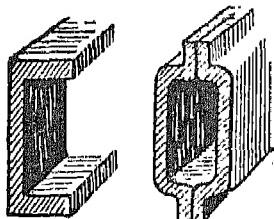


Fig. 3. — Exemples de sections de poutres métalliques utilisées pour longerons.

Remarquez à l'intérieur du châssis, à l'avant, deux poutres parallèles aux longerons portées par des traverses. Elles constituent le faux-châssis qui sert de support au bloc moteur (moteur, embrayage, boîte de vitesses).

Comme dans toutes les machines, le rôle du bâti est de servir de support aux autres organes de l'automobile et de les maintenir en place. C'est en quelque sorte la *charpente* de la machine. Aussi doit-il être indéformable tout en étant le plus léger possible ; ce qui

est obtenu en utilisant des poutres creuses en acier (fig. 3).

II. — Roues et suspension.

1. Les roues.

Il y en a quatre : deux *libres* à l'avant, deux *motrices* à l'arrière.

Elles sont construites sur le modèle des roues de bicyclette : moyeu roulant sur *billes*, jante creuse garnie d'un *pneumatique* (chambre à air et enveloppe).

Ayant à supporter non seulement le poids du véhicule, mais aussi des efforts latéraux importants (chocs, virages) ainsi que l'effort de propulsion pour celles de l'arrière, les roues doivent être extrêmement robustes. Les rayons métalliques sont fréquemment remplacés par un disque ou *voile* en tôle d'acier, légèrement incurvée. Ce disque, percé en son centre d'une large ouverture circulaire s'emboîte sur le moyeu et s'y fixe par boulons et écrous, dispositif qui permet à l'automobiliste de remplacer rapidement une roue, dont le pneu est dégonflé, par une roue de rechange (cinquième roue ou *roue de secours*, en réserve sur la voiture).

2. La suspension.

Les roues supportent le châssis par l'intermédiaire d'*essieux* (un essieu avant, un essieu de pont-arrière) et de *ressorts* qui constituent ce qu'on appelle la *suspension* de la voiture.

Une bonne suspension, à la fois élastique et robuste, est indispensable pour le confort des voyageurs et la protection des mécanismes. Elle est presque toujours réalisée par des ressorts du type à lames d'acier étagées (fig. 4). La plus longue (*lame maîtresse*) est fixée au châssis par ses extrémités, et l'ensemble est rendu solidaire d'un essieu par des brides à écrous.

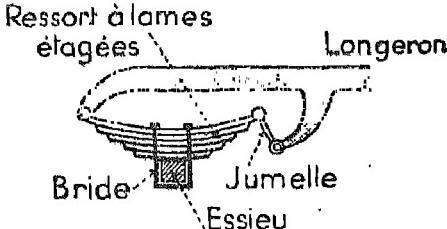


Fig. 4. — Suspension de voiture automobile.
Le châssis est soutenu par les *longerons*, qui sont eux-mêmes soutenus par les essieux par l'intermédiaire des ressorts.

III. — Le mécanisme moteur.

1. A quelles conditions le mécanisme moteur doit-il satisfaire ?

1^o Il doit produire la force motrice nécessaire pour propulser la voiture : c'est le *rôle du moteur*.

2^e La voiture étant en marche, il faut pouvoir l'arrêter rapidement si un obstacle imprévu se présente. Les freins seraient inutiles, si le moteur continuait à actionner les roues ; il faut donc débrayer, c'est-à-dire supprimer la liaison entre le moteur et le mécanisme de transmission du mouvement.

3^e La voiture peut rouler à grande vitesse sur une route large, horizontale, droite sur une grande longueur, et sur laquelle la circulation est peu intense. Mais quand elle arrive dans une agglomération, ou à un tournant, ou à un croisement, ou quand elle aborde une côte à forte pente, il faut que sa vitesse soit réduite sans que le moteur cesse de tourner à sa vitesse normale¹. C'est le rôle de la boîte de vitesse de permettre ces changements de vitesse.

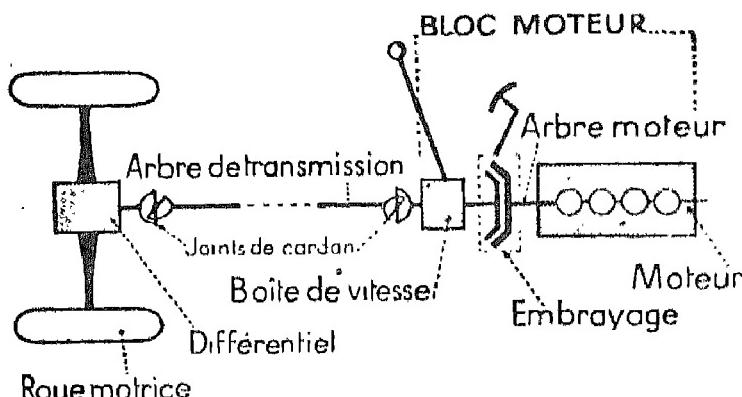


Fig. 5. — Mécanisme moteur d'une automobile. Il se compose :
 a) d'un bloc moteur (moteur, embrayage, boîte de vitesse);
 b) d'un arbre de transmission (avec joints de Cardan);
 c) d'un pont arrière (différentiel et 2 demi-essieux);
 d) de deux roues motrices.

4^e Enfin, la force motrice du moteur doit-être transportée aux roues motrices (généralement les deux roues arrière²) et répartie entre les deux roues selon le chemin que chacune doit parcourir ; or, dans les virages, la roue extérieure parcourt un chemin plus grand que la roue intérieure. C'est le rôle de l'arbre de transmission et du différentiel.

1. Car un moteur ne fonctionne bien n'a un bon rendement, que s'il tourne à une vitesse donnée : 3 000, ou 2 500, ou 2 000 tours par minute, selon sa construction.

2. On construit aussi des voitures dont les roues motrices sont celles d'avant (*automobiles à traction avant*).

Résumons : les organes essentiels du mécanisme moteur sont (fig. 5) : le moteur, l'embrayage, la boîte de vitesses, l'arbre de transmission, le différentiel, les roues motrices.

2. Le moteur.

Nous l'avons décrit (page 476, § 6) : moteur à explosion du type à 4 temps, à 4 cylindres sur la plupart des voitures, 6 ou 8 sur les puissantes voitures de luxe.

Il est placé en avant sur le faux chassis. Son accès est des plus faciles : il suffit de relever les tôles du capot.

Dans son voisinage se trouvent :

- a) le carburateur, qui alimente les 4 cylindres ;
- b) la dynamo, commandée par le moteur ;
- c) la batterie d'accumulateurs, composée de 3 éléments constituant un générateur électrique de 6 volts — (parfois 6 éléments, 12 volts) — ; elle est chargée par la dynamo et fournit aux 4 bougies du moteur les courants nécessaires pour l'allumage.

d) le démarreur, petit moteur électrique, dans lequel on envoie un courant fourni par la batterie, au moment du départ ; il fait tourner l'arbre de couche par l'intermédiaire d'engrenages, et par suite lance le moteur ; on supprime le courant dans le démarreur dès que le moteur fonctionne normalement. La dynamo et le moteur sont parfois réunis en un seul appareil (dynamomoteur ou dynastart).

e) le radiateur, destiné à refroidir l'eau qui circule autour des cylindres (fig. 6). Il est placé tout à l'avant de la voiture.

f) Enfin signalons que le conducteur, en appuyant sur une pédale (pédale de l'accélérateur) agit sur la quantité de gaz frais qui arrive dans les cylindres du moteur. Plus il appuie plus les gaz

1. Lorsque le démarreur ne fonctionne pas ou lorsque l'automobiliste veut ménager sa batterie d'accumulateurs, il lance le moteur à la main, en tournant une manivelle solidaire de l'arbre de couche.

2. Toutefois, sur beaucoup de voitures, une petite pompe commandée par le moteur, active la circulation de l'eau. De plus, un ventilateur, active la circulation de l'air derrière le radiateur.

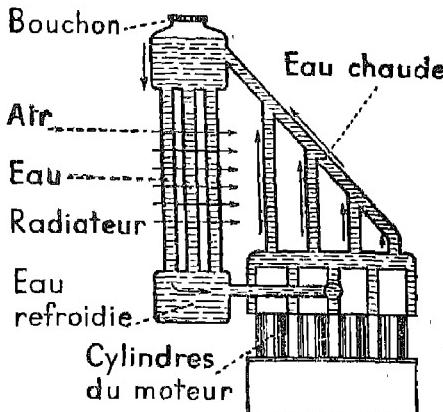


Fig. 6. — Radiateur d'automobile.

Il est placé à l'avant de la voiture. Il se compose d'un ensemble de tubes dans lesquels vient se rafraîchir l'eau qui circule autour de la partie supérieure des cylindres du moteur. La circulation de cette eau est automatique, parce que l'eau chaude, dilatée, est plus légère que l'eau froide et monte tandis que l'eau refroidie descend (sens des flèches)¹. Un vif courant d'air, produit par la marche de la voiture, refroidit les tubes du radiateur.

arrivent en abondance; plus le moteur tourne vite, plus la vitesse de la voiture est grande.

3. L'embrayage.

Le mécanisme en a été décrit précédemment (page 185 et 187, fig. 18 et 19).

Il permet au conducteur de la voiture de supprimer la liaison entre le moteur et les autres organes du mécanisme moteur : à cet effet, il

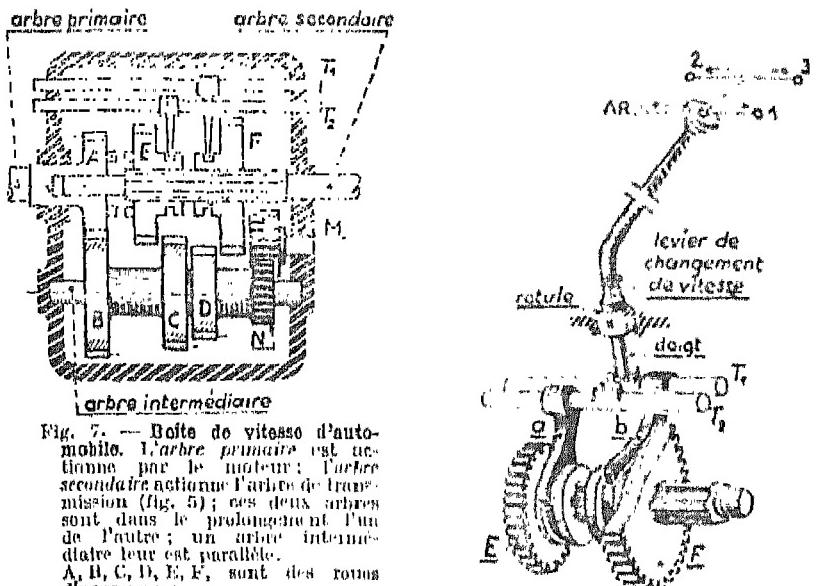


Fig. 7. — Boîte de vitesse d'automobile. L'arbre primaire est actionné par le moteur ; l'arbre secondaire actionne l'arbre de transmission (fig. 5) ; ces deux arbres sont dans le prolongement l'un de l'autre ; un arbre intermédiaire leur est parallèle. A, B, C, D, E, F, sont des roues d'engrenages.

Les triangles T_1 et T_2 permettent de déplacer les roues halées E et F , M , N , roues d'engrenages permettant la marche arrière. Cette boîte permet 3 vitesses différentes et la marche arrière : *liaison F* : 1^{re} vitesse (la plus petite) ; *liaison E, G* 2^{re} vitesse ; *liaison A, E* : 3^{re} vitesse (la plus grande) ; *liaison F, M* : marche arrière.

Fig. 8. — Vue en perspective du levier de commande des triangles T_1 et T_2 et des fourches a et b de la boîte précédente (fig. 7). En manœuvrant la poignée tenante du levier, l'automobiliste change de vitesse à sa volonté. Expliquons, par exemple ce qui se passe quand la poignée étant dans la position neutre, il la tire vers la position 1.

appuie sur la pédale de débrayage : le moteur peut alors tourner sans actionner la transmission.

1. La liaison entre le moteur et l'arbre de transmission peut également être supprimée à la boîte de vitesse qu'on met au point mort : c'est ce qui arrive quand l'automobiliste démarre en tournant la manivelle.

2. La liaison A-E se fait par un embrayage à griffes (page 46), et fig. 17 (page 46) : c'est un accouplement direct de l'arbre moteur (ou primaire) et de l'arbre récepteur ou (secondaire).

L'automobiliste débraye :

- 1^o lorsqu'il freine pour arrêter sa voiture ;
- 2^o lorsqu'il change de vitesse (voir plus loin) ;
- 3^o lorsque, l'automobile étant arrêtée, il la fait démarrer, de son siège, à l'aide du démarreur.

4. Le boîte de vitesse.

Le principe en a été donné (page 492, § 6). La fig. 7 représente une boîte de vitesse à deux baladeurs E et F commandés par les triangles T₁ et T₂, commandées elles-mêmes par le levier de changement de vitesse qui se trouve à portée de la main du conducteur (fig. 8).

REMARQUE. — Pour que les déformations inévitables du châssis, dues aux aspérités de la route, ne déplacent pas les uns par rapport aux autres, moteur, embrayage et boîte de vitesse, ce qui nuirait au bon fonctionnement du mécanisme moteur, on réunit ces trois organes en un seul bloc. Cet ensemble constitue ce qu'on appelle le bloc moteur.

5. Arbre de transmission.

C'est une longue barre cylindrique qui relie l'arbre secondaire de



Fig. 9. — Schéma de l'arbre de transmission. Il porte un joint de Cardan à chacun de ses bouts. Pourquoi ?

la boîte de vitesse au différentiel du pont arrière.

En raison des légères déformations du châssis dues aux bosses et aux creux de la route, les arbres qu'il relie se déplacent l'un par rapport à l'autre, très peu, mais suffisamment pour qu'il soit indispensable d'établir entre eux une liaison souple. Ce résultat s'obtient par l'emploi de joints de Cardan (fig. 9 et 10), un à chaque extrémité de l'arbre de transmission.

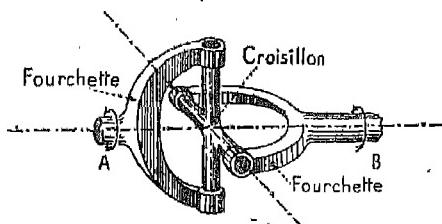


Fig. 10. — Joint de Cardan. Il permet aux arbres A et B qu'il relie de se déplacer légèrement l'un par rapport à l'autre.

6. Le différentiel.

Les deux roues arrière pourraient être solidaires du même essieu, qui recevrait son mouvement de rotation de l'arbre de transmission par un couple d'enveloppes coniques (fig. 11). Ces deux roues fermaient alors toutes deux le même nombre de tours que l'essieu, donc tourneraient à la même vitesse. Il n'y aurait à cela aucun inconvénient si la voiture roulait toujours en ligne droite.

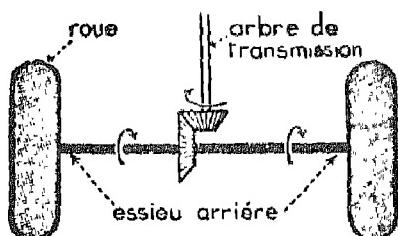


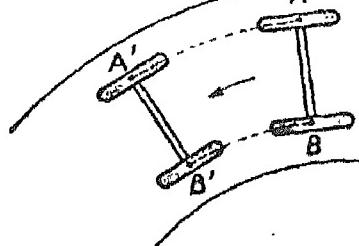
Fig. 11. — Si les roues motrices étaient ainsi commandées, elles tourneraient à la même vitesse.

Mais elle fait des virages. La roue inférieure parcourt un chemin plus court que la roue extérieure (fig. 12) ; elle sera donc obligée, à certains moments, de tourner sans avancer, donc de glisser sur le sol, ce qu'on exprime en disant qu'elle *ralentirait* ; les virages en seront rendus plus difficiles et l'usure des pneus plus rapide. Le différentiel supprime ces inconvénients.

L'essieu arrière est coupé en son milieu et les demi-essieux, grâce au différentiel, peuvent tourner à des vitesses différentes. C'est un organe compliqué (fig. 13), enfermé à l'intérieur d'une boîte métallique, à patois épaisse, que vous apercevez à l'arrière de la voiture, entre les deux roues.

L'ensemble du différentiel, des deux demi-essieux et des boîtes qui les enveloppent constitue le **pont arrière** de l'automobile.

Fig. 12. — Dans un virage la roue extérieure A parcourt une distance AA' plus grande que la distance BB' parcourue par la roue intérieure B, pendant le même temps. La roue tourne donc plus vite que la roue B.



IV. — Le mécanisme de direction.

Lorsque vous êtes à bicyclette, pour virer à droite vous braquez la roue avant vers la droite en agissant sur le guidon.

De même, l'automobiliste pour virer à droite braque les roues avant de sa voiture vers la droite en agissant sur le volant de direction qu'il tient toujours, le plus souvent à deux mains¹.

Le braquage simultané des deux roues par la rotation du volant

1. Il est obligé parfois de lâcher d'une main pour agir avec cette main soit sur le levier du changement de vitesse, soit sur le levier des freins avant.

est obtenu grâce à un mécanisme trop compliqué pour que vous l'appreniez cette année. D'ailleurs, l'automobiliste n'a pas à s'en préoccuper, n'ayant affaire qu'au volant.

V. — Le dispositif de sécurité : les freins.

La sécurité des voyageurs en automobile, aussi bien que celle des autres usagers de la route (piétons, cyclistes, conducteurs de véhicules quelconques...), exige que la voiture ait des freins puissants, qui permettent au conducteur de l'arrêter sur un espace très court, lorsqu'un obstacle imprévu surgit tout à coup devant lui ; par exemple, un enfant qui se jette en courant au milieu de la route.

Les automobiles ont en général quatre freins, un sur chaque roue : les deux freins arrière commandés par une pédale (fig. 1-1), les deux freins ayant commandés par un levier à main.

Le conducteur a soin de débrayer à l'instant où il commence à freiner.

VI. — L'installation électrique.

Elle est complexe car elle comporte une miniature de centrale électrique et de nombreux appareils récepteurs (fig. 1-5).

a) Appareils générateurs de courant : le moteur commande une petite dynamo qui charge une batterie d'accumulateurs de 3 éléments (6 volts), parfois 6 éléments (12 volts).

b) Appareils récepteurs. Les principaux sont :

1° le delco, qui transforme le courant basse tension fourni par les accus en courant haute tension (capable de provoquer de fortes étincelles) et qui le distribue aux bougies, à l'instant précis où l'étincelle doit se produire ;

2° le démarreur ;

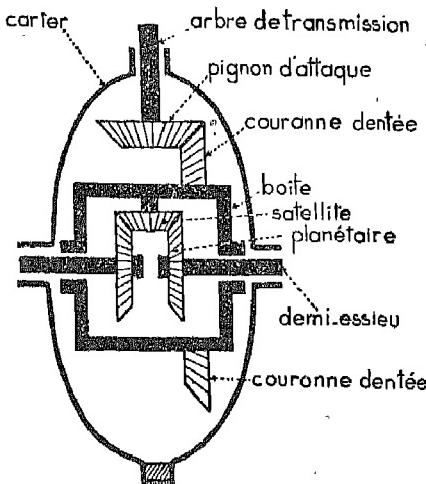


Fig. 13. — Différentiel d'automobile. Ce mécanisme se trouve entre les deux roues arrière. Chacune d'elles est solidaire d'un demi-essieu, auquel l'arbre de transmission communique dans les virages, grâce au différentiel, des vitesses différentes.

La couronne dentée entoure la boîte dont elle est solidaire et qu'elle fait tourner. Celle-ci entraîne le satellite, (qui sur son axe), qui entraîne à son tour les deux planétaires et par suite les deux demi-essieux.

Lorsque l'automobile roule en ligne droite, le satellite ne tourne pas autour de son axe, et les deux demi-essieux tournent à la même vitesse.

Lorsque la voiture fait un virage, le satellite tourne un peu autour de son axe (en même temps qu'il tourne avec la boîte de vitesse) ; les deux demi-essieux ont alors des vitesses de rotation différentes.

3^e les lampes (phares, feux de position à l'avant et à l'arrière, éclairage intérieur de la voiture);

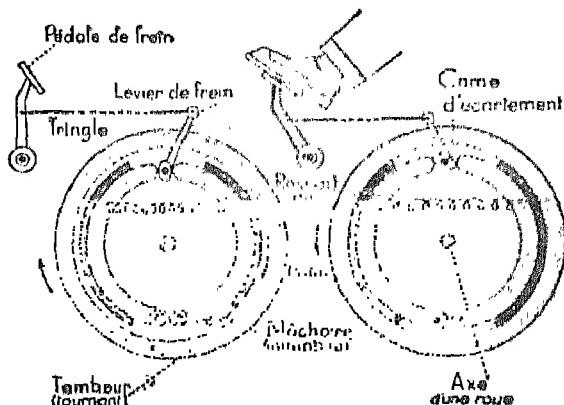


Fig. 14. — Commande par pédale des freins. Lorsque l'automobiliste appuie sur la pédale, la tringle et le levier de frein se déplacent et font tourner la came d'écartement; les mâchoires s'écartent en haut et les patins appuient fortement contre le tambour, porté par le moyen de la roue et qui tourne par conséquent avec celle-ci; d'où frottement énergique qui fait ralentir, puis arrêter la voiture.
Le ressort de rappel rapproche les mâchoires lorsque l'automobiliste cesse d'appuyer sur la pédale; le freinage cesse.

pour être à la fois élégante et aérodynamique, c'est-à-dire pour que, à grande vitesse, la résistance que l'air oppose à son déplacement, soit aussi faible que possible; ce qui, évidemment, procure une économie d'essence.

Elle est en tôle d'acier; les différentes pièces en sont embouties, une feuille de tôle de dimensions convenable est enfouie de force dans une matrice qui présente en creux la forme à obtenir, par un polygone qui a la même forme en relief; la feuille plane est ainsi transformée, presque instantanément, en une tôle, une plie du rapport ou de la cabine.

La tôle est ensuite recouverte d'une couche de peinture qui lui donne cet éclat si agréable à la vue.

III. — RÉSUMÉ

1. Le bâti ou châssis d'une automobile se compose de deux longerons entrecroisés et d'un faux châssis à l'avant.

2. Le mécanisme moteur comporte :

- 1^e le bloc moteur (moteur à 4 cylindres, embrayage, boîte de vitesses);
- 2^e l'arbre de transmission;
- 3^e le pont-arrière (différentiel, deux demi-essieux, deux roues motrices à l'arrière).

3. Les accessoires du mécanisme moteur sont : la dynamo, la batterie d'accumulateur, le démarreur, le radiateur, l'accélérateur.

4^e le klaxon :

Un ampèremètre, disposé sur le circuit des voitures, permet à l'automobiliste de contrôler le fonctionnement de la batterie.

VII. — La carrosserie.

C'est la partie supérieure de la voiture, celle qu'on vit, l'élève, dépendant l'élegance et le confort de l'automobile. Elle comprend, outre la cabine des voyageurs, le capot qui, à l'avant, recouvre le moteur, et les ailes ou garde-bous sous lesquelles se trouvent les roues, le tout solidement fixé au châssis.

Sa forme générale est actuellement choisie et résulte pour que, à grande vitesse, la résistance que l'air oppose à son déplacement, soit aussi faible que possible.

4. Le mécanisme de direction comprend : le volant, le dispositif de braquage simultané des roues avant.

5. Toute automobile doit être pourvue de freins puissants sur les quatre roues.

6. L'installation électrique comporte des appareils génératrices (dynamo et batterie d'accumulateurs) et des appareils récepteurs (batterie quand elle se charge, démarreur, delco, phares, fous de position, éclairage de la cabine, klaxon).

7. La carrosserie est faite de tôles d'acier embouties. Elle est aérodynamique.

IV. --- EXERCICES D'APPLICATION

I. Questions. --- 1. Quelles sont les principaux organes du mécanisme moteur ? Faites en le schéma.

Quels sont les organes accessoires du mécanisme moteur.

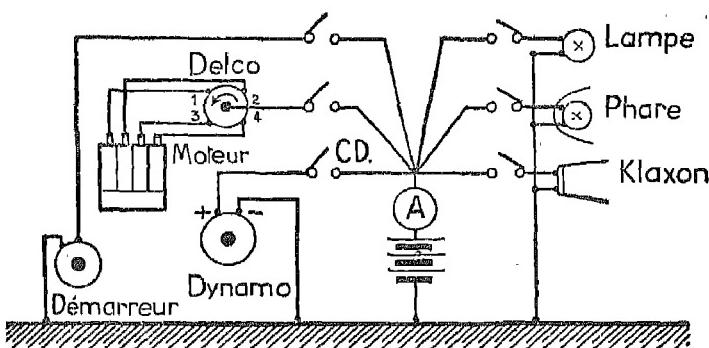


Fig. 15. --- Schéma de l'installation électrique d'une automobile. A : ampèremètre qui indique si la batterie se charge ou se décharge et avec quelle intensité — CD : commutateur-disjoncteur qui empêche la batterie de se décharger dans la dynamo lorsque le moteur ne tourne pas assez vite et qui rétablit automatiquement la communication entre les deux appareils dans le cas contraire.

Le moteur est aussi à la masse (ce que la figure ne représente pas).

2. Décrivez une boîte de vitesses : 3 vitesses, 1 marche-arrière. Décrivez un dispositif d'embrayage.

3. Dessinez le schéma de la circulation automatique de l'eau autour des cylindres du moteur et dans le radiateur.

Pourquoi la circulation est-elle automatique ?

4. Pourquoi l'arbre de transmission est-il relié à l'arbre secondaire de la boîte de vitesses d'une part, à l'arbre d'attaque du différentiel, d'autre part, par des joints de Cardan.

5. Quel est le rôle du différentiel ? Pourquoi est-il nécessaire que les roues arrière puissent tourner à des vitesses différentes ? — Et les roues avant ?

6. Dessinez le schéma des freins d'une automobile et de la commande des freins sur roues arrière par la pédale de frein.

7. Récapitulez dans un tableau :
- a) les commandes à main dont dispose le conducteur pour la conduite de la voiture;
 - b) les commandes par pédale;
 - c) les commandes du départ électrique.

II. Exercices. - 1. Palissez avec des gants de bois jusqu'à l'arbre de transmission et les extrémités des arceaux de protection contre un arbre de transmission et les extrémités des arceaux de protection contre

2. Observez un chauffeur nettoyant sa voiture. Discutez avec vos élèves de ce nettoyage et justifiez la manière de procéder.

3. Quelles sont les substances que compose une automobile et qu'il faut faire le plein avant de partir en voyage ? ... Quel est le rôle de chaque élément ?

4. En hiver, il faut avoir soin de vider l'eau du radiateur. Pourquoi ? On peut se dispenser de cette corvée en utilisant un liquide houngelable (un additif contenant de la glycérine, par exemple).

65^e LEÇON

MACHINES-OUTILS SERVANT AU TRAVAIL DU BOIS ET DU FER

I. — OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES

1. Nous avons étudié trois genres de machines motrices ou moteurs. Quels sont-ils ? Dites pour chacun d'eux l'origine de la force motrice.
2. Quelles machines avez-vous vu fonctionner : dans une ferme, un atelier de menuisier, de forgeron, de garagiste, de boulanger, de cor-donnier, ... etc ?
3. Citez trois machines actionnées par un moteur électrique. Comment le mouvement du moteur est-il transmis à la machine réceptrice ?

II. — LEÇON

Autrefois, les artisans ne connaissaient que le travail à la main. En ce qui concerne le travail du bois, par exemple, les arbres, abattus à la hache, étaient débités en planches par des scieurs de long¹ (fig. 1), puis, les planches transformées en boiseries d'appartement, portes, fenêtres,... par des menuisiers, ou en meubles par des ébénistes à l'aide d'outils à main : scies, râflards, varlopes, ciseaux, bédaines, etc.

Aujourd'hui, tous

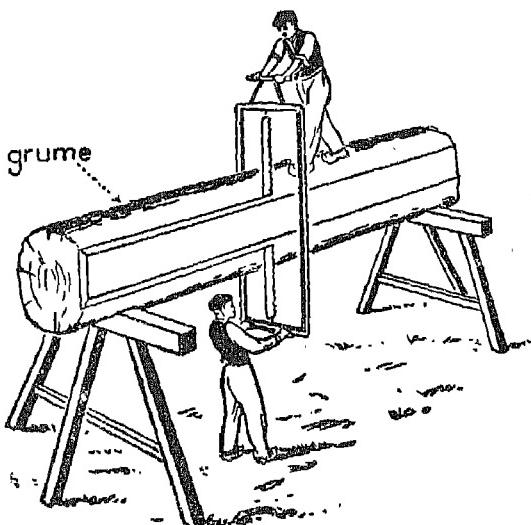


Fig. 1. — Scieurs de long. Ils débiment les troncs d'arbre, ou grumes, en planches, poutres, etc. Leur travail est lent et pénible.

1. Ainsi appelés parce qu'ils sciaient les grumes (troncs d'arbre) dans le sens de leur longueur.

ces travaux sont faits par l'exploitation mécanique, et non plus moins de fatigue, à l'aide de machines-outils, c'est-à-dire des machines qui, non plus par la force musculaire de l'homme, mais par des machines commandées par des moteurs.

Grâce aux progrès accomplis depuis cinquante ans par la construction mécanique, ces machines-outils peuvent aujourd'hui dans d'excellentes conditions et se répartissent de plus en plus, même dans les ateliers modestes des artisans ou des petits établissements, à une telle échelle que, au repos et au travail, c'est pour vous aider à bien faire leur mécanisme et à comprendre leur fonctionnement que nous allons passer en revue les plus courantes¹.

1. Comment étudier une machine-outil ?

Comme son nom l'indique, elle comporte toujours une machine — (commandée par un moteur) — qui porte et active un outil.

L'outil rappelle plus ou moins la forme, les angles de coupe, le mode d'action de l'outil à main.

La machine se compose d'un bâti, partie fixe servant de support et de guide à des pièces mobiles, à savoir :

a) une poulie, dite poulie d'attaque, reliée à la poulie du moteur par une corde ;

b) des mécanismes de transmission, analogues à ceux que vous avez vus dans les dernières leçons ; à partir de la poulie d'attaque, ils transmettent les mouvements convenables à l'outil d'une part, à la pièce en cours d'usinage d'autre part.

Pour connaître une machine-outil, il faut donc étudier :

1^e l'outil et, s'il y a lieu, l'assise qui le porte (*porte-outil*) ;

2^e le mécanisme qui commande le mouvement de l'outil ;

3^e le mécanisme qui commande le mouvement de la pièce à usiner.

A. -- Machines-outils pour le travail du bois.

Celles qui sont d'usage courant sont :

la scie à ruban (fig. 2, 3, 4) ;

la scie circulaire (fig. 5 et 6) ;

la dégauchisseuse (fig. 7, 8, 9) ;

le tour à bois (fig. 10, 11, 12, 13).

1. Les machines-agricoles, qui sont les machines-outils de l'agriculture, sont étudiées dans : *Sciences appliquées à l'école rurale de garçons* (Bézat et Bézat).

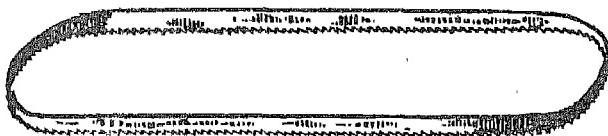


Fig. 2. — Scie à ruban (outil). C'est une lame de scie de plusieurs mètres de longueur, de faible épaisseur et par suite assez flexible. Les extrémités, soudées ensemble, offrent un ruban sans fin, semblable à une courroie.

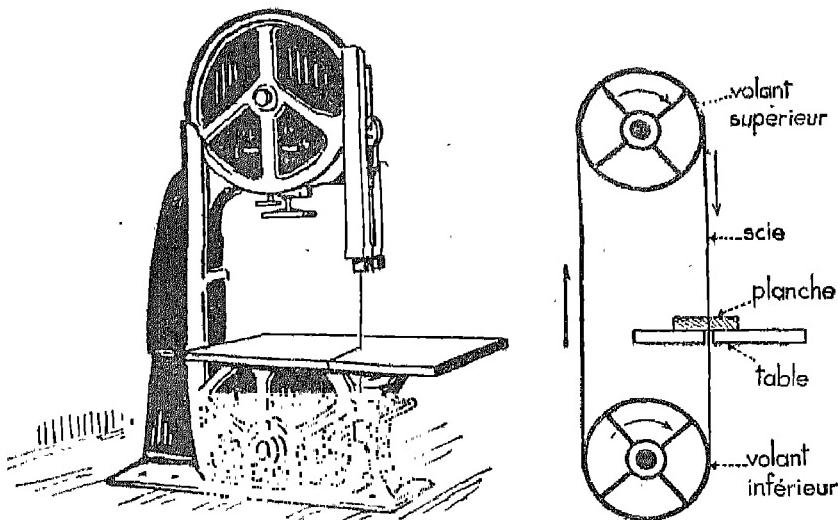


Fig. 3 et 4. — Scie à ruban (machine). Un *bâti* robuste, en fonte, supporte deux *volants* ou *poulies* de grand diamètre (1 mètre, par exemple). La lame de scie les chausse comme une courroie; les deux brins sont verticaux et fortement tendus.

Le volant inférieur, claveté sur l'arbre de la poulie d'attaque est entraîné par celle-ci. Il entraîne à son tour le volant supérieur, fixé sur son arbre. Le brin descendant est ainsi entraîné d'un mouvement rectiligne, rapide, régulier.

La pièce à scier repose sur une *table métallique* horizontale. L'artisan la pousse lentement devant le brin descendant de la scie.

La fig. 3 (à gauche) est une vue d'ensemble de la machine. Les deux volants, le brin descendant de la scie et la partie haute du brin descendant sont enfermés dans des caillots qui en défendent l'approche parce qu'elle est dangereuse : ce sont là des *protecteurs contre les accidents*.

Une loi, sur la prévention des accidents dans les ateliers, oblige les fabricants de machines-outils à installer des protecteurs partout où ils sont nécessaires.

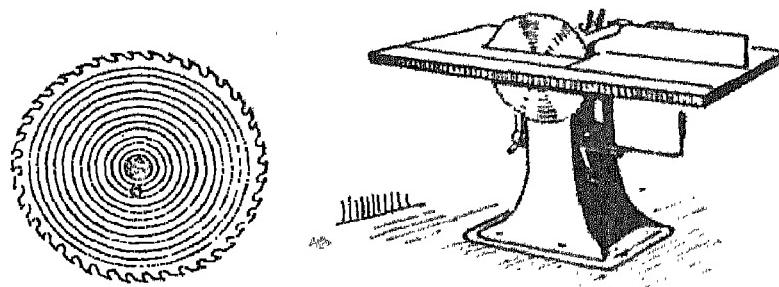


Fig. 5. — Scie circulaire (outil). C'est un disque en acier de 8 millimètres d'épaisseur, donc très rigide. Son pourtour est taillé en dents de scie. Il est percé d'un trou en son centre pour être fixé sur l'arbre de la machine. Son diamètre est variable (au moins 45 centimètres).

Fig. 6. — Scie circulaire (machine). Un *bâti* en fonte porte une *table* métallique horizontale et un *arbre* horizontal sur lequel sont clavetées la *poulie d'attaque* (non visible sur la figure) et la *scie*; celle-ci est donc animée d'un mouvement rapide de rotation autour de son axe.

La pièce à débiter repose sur la table. L'artisan la pousse devant la scie qui l'entaille.

La frise (page 453) est une photographie d'une scie circulaire. Vous n'avez que les parties supérieures de la scie, de la courroie et des deux poulies; l'une est clavetée sur l'arbre qui porte la scie (*poulie d'attaque*), l'autre est reliée à cet arbre; le seigneur fait passer la courroie sur cette dernière quand il veut arrêter la scie sans arrêter le moteur.

Une grande caisse en bois sert de protecteur contre les accidents.

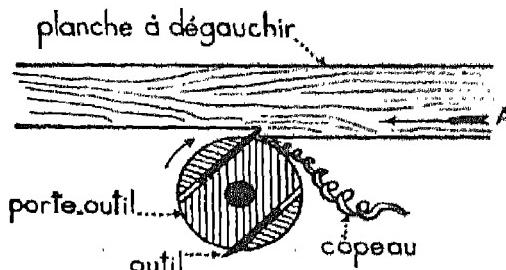


Fig. 7. — Dégauuchisseuse (outil). C'est un *outil* semblable à celui d'une varlope, mais beaucoup plus large. Plusieurs fers sont fixés sur un *porte-outil* cylindrique; lorsque celui-ci tourne très vite, les tranchants des fers enlèvent des copeaux sous la planche, qu'un ouvrier pousse lentement dans le sens de la flèche A; la surface inférieure de la planche se trouve ainsi *dégauchie*, c'est-à-dire rendue plane.

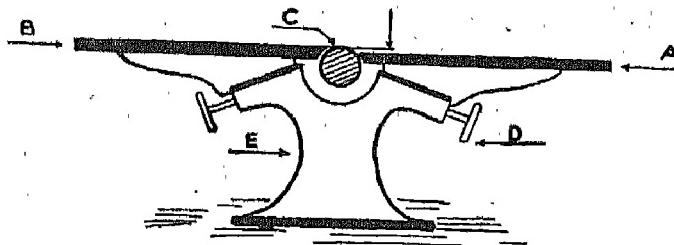


Fig. 8. — Dégauchoiseuse. — a montre :
la table avant A et la
table arrière B (qui est plus haute que A)
sur lesquelles repose l'
porte-outil C; les tranchants des fers affleurent juste à la
hauteur de B;
les volants de réglage D; ils permettent d'élever ou d'abaisser
les tables;
le bâti E.

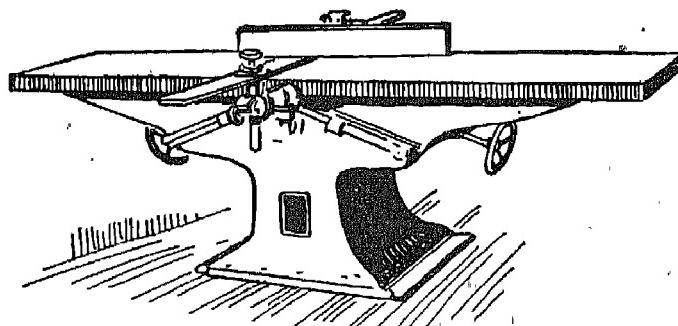


Fig. 9. — Dégauchoiseuse. Vue d'ensemble; vous voyez : le bâti,
les volants de réglage, les tables, le guide de la planche
(au-dessus des tables).

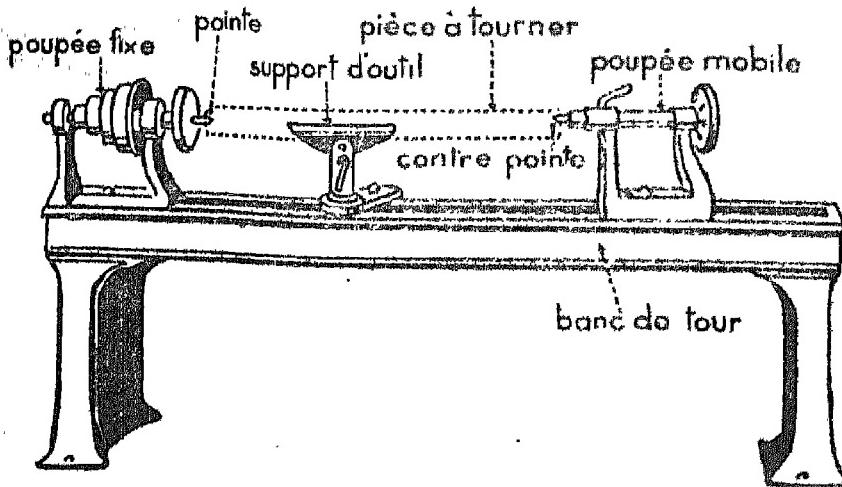
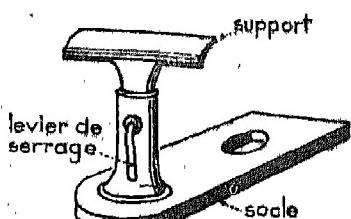


Fig. 10. — **Tour à bois.** Machine qui sert à exécuter les surfaces cylindriques, coniques, sphériques, etc., moins modifiées par des mouvements de pieds de tables, de planches, de planches épaisses, etc.
 Banc : deux longues poutres horizontales, séparées par un intervalle de centimètres, formant le banc de tour.
 Poupée fixe, fixe sur le banc, en bout, à gauche ; un socle en fonte, en forme de cuve, portant un arbre, en acier, horizontal ; cet arbre porte lui-même en son extrémité droite une courroie (non représentée) d'un moteur ; cette extrémité droite, un plateau circulaire et un mandrin à griffes, dont les griffes pénètrent dans la pièce de bois à tourner.
 Poupée mobile, démontable par une clé qu'on peut la déplacer et la bloquer ensuite sur le banc à l'aide d'un écrou ; elle porte un arbre horizontal qui se termine par une pointe conique, la *contre-pointe*, à face de la pointe de la poupée fixe et à même hauteur ; un volant à main permet de faire avancer ou reculer l'arbre et par suite la contre-pointe ; et un petit levier servant à bloquer l'arbre. La pièce à tourner peut ainsi être montée rapidement et facilement entre le mandrin à griffes et la contre-pointe (fig. 18).



ment par rapport au banc, puis bloqué à l'aide d'un levier

Fig. 11. — **Support d'outil :** un socle en fer que l'on peut fixer sur le banc à la place convenable, avec un levier et une fente qu'il faut à la base du support ; il lui est joint donc un levier qui, placé dans la fente parallèlement au socle,

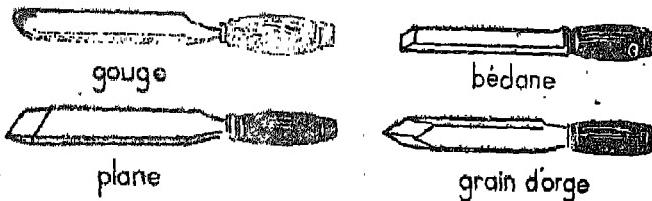


Fig. 12. — Les outils du tour à bois. Les principaux sont :
la *gouge*, au tranchant arrondi ;
la *plane*, à double biseau et tranchant rectiligne ;
le *bédane*, ciseau plus épais que large ;
le *grain d'orge*, semblable à un bédane qui aurait
deux arêtes formant une pointe.

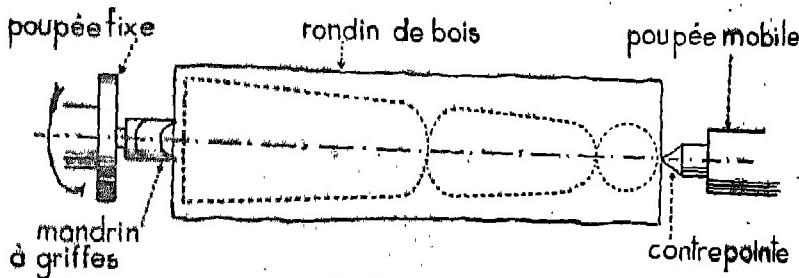


Fig. 13. — Montage d'un rondin de bois sur le tour. On marque au pointoir le centre de chaque bout du rondin ; on enfonce la pointe du mandrin à griffes et la contre-pointe en ces centres ; le rondin est ainsi maintenu horizontal et solidaire de l'arbre de la poupée fixe.
Le moteur est mis en route et le tour s'abrege ; le rondin tourne rapidement autour de son axe. L'outil étant appuyé sur le support, son tranchant approché du rondin attaque le bois et enlève des copeaux ; on le déplace pour réaliser la pièce voulue : une quille, par exemple.

B. -- Machines-outils pour le travail du fer.

Dans les plus modestes ateliers de forgerons de village, on voit toujours une machine à percer les trous dans le fer ; les garagistes ont en outre un tour à métaux pour réparer les pièces d'automobiles qui n'existent pas dans leur stock de pièces de rechange ; les constructeurs-mécaniciens ont, avec les machines précédentes, des scies mécaniques, des étaux-limeurs, des raboteuses, des fraiseuses qui exécutent tous les travaux qu'on faisait autrefois avec le burin, le bédane, les limes, bref, tous les travaux d'ajustage.

Nous étudierons sommairement les plus répandues : la machine à percer (fig. 1, 2, 3) ;

le tour à métaux (fig. 4).

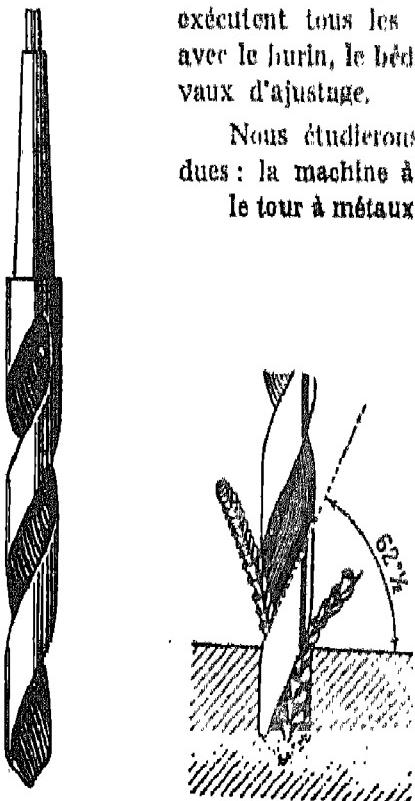


Fig. 1 et 2. — Perçage mécanique du fer. L'outil, c'est un *fer à percier*, c'est-à-dire, terminée par un bout à l'onde de serrure trémide, et creusant de profondes rainures hélicoïdales, ces rainures déterminent sur le côté deux petites tranchettes. L'autre bout du fer est commandé au bout d'un arbre vertical comme :
1° d'un mouvement de rotation très rapide (commandé par un moteur) ;
2° d'un mouvement lent de descente (commandé par un levier à main). Par suite de ces deux mouvements, les petites tranchettes du fer coupent le métal, en détachant des copeaux qui s'enroulent en lire-bouche et percent ainsi un trou. (fig. 2).

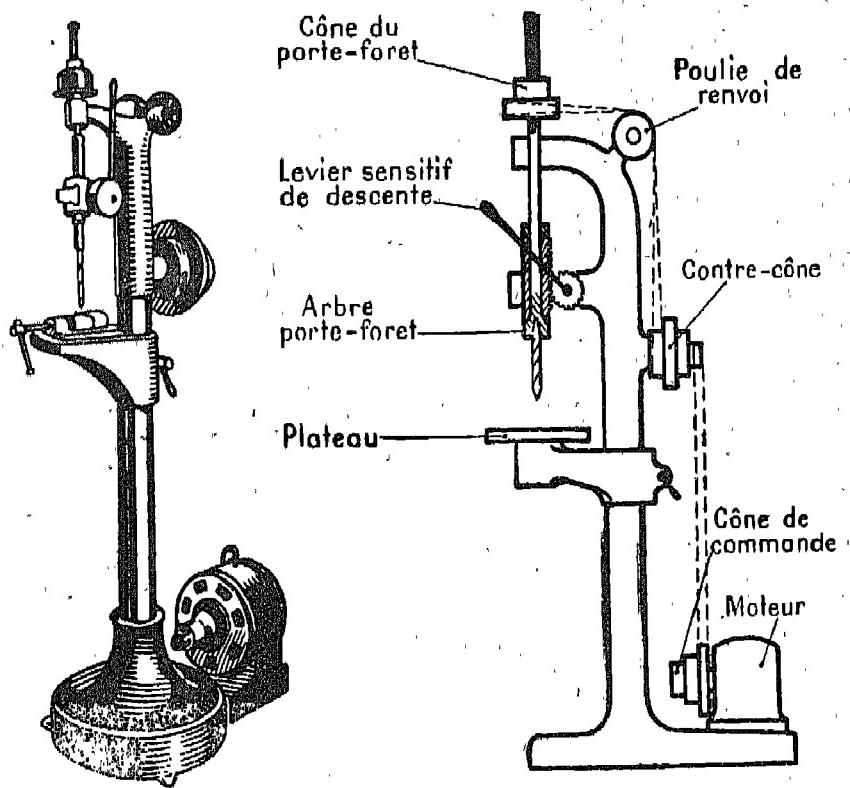


Fig. 3 et 4. — Percage mécanique du fer: la machine. A gauche, vue d'ensemble de la machine; à droite, schéma. Notez sur le schéma: le bâti (socle et colonne verticale), qui supporte tous les organes de la perceuse; le moteur électrique, dont l'arbre porte un cône de poulies à 3 étages; le contre-cône, à poulies à 3 étages également; les courroies de transmission, en pointillé; l'arbre porte-foret, vertical, que l'on peut faire tourner à 6 vitesses différentes, le moteur tournant à vitesse constante; le levier à main, pour commander la descente lente de l'arbre porte-foret; le foret hélicoïdal, emmanché sur le bout de l'arbre; le plateau, sur lequel repose la pièce à percer; il est réglable en hauteur, le long de la colonne verticale du bâti.

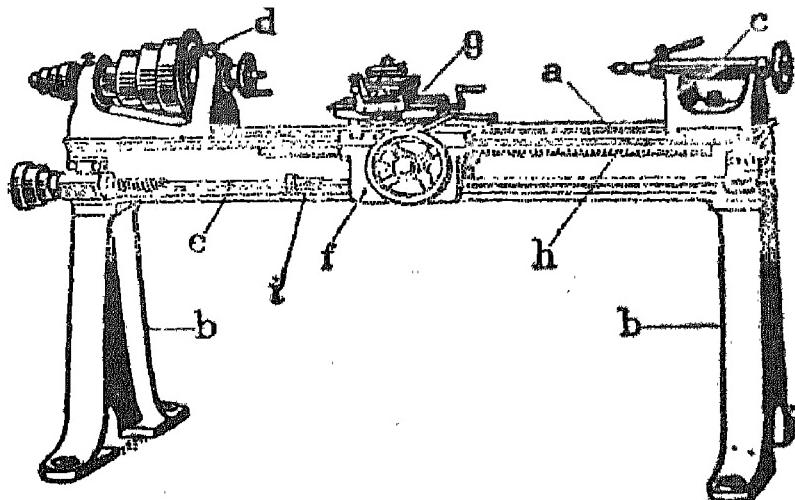


Fig. 5. — Tour à métaux. Il permet de réaliser mécaniquement des surfaces cylindriques, coniques, hélicoïdales (vis et écrous), et, plus généralement, des surfaces dites de révolution.

La pièce à usiner reçoit un mouvement de rotation autour d'un axe horizontal.

Le rotation : usinage des surfaces cylindriques,

l'axe de rotation : tronçonnage des barres de planes, des cylindres... les surfaces coniques.

Un tour à métaux comporte 3 groupes d'organes.

1^{er} groupe : a, banc de tour ; b pieds : ils forment le bâti.

2^e groupe : c, poupée mobile ; d, poupée fixe ;

3^e groupe : e, barre de chariotage ; f,g : chariot qui supportent l'outil ; h, crémaillère.

Le banc est une poutre en fonte, horizontale, à section en forme d'U. Les pieds, en fonte, servent de support au banc.

La poupée mobile est aussi appelée partie qu'en peut la déplacer le long du banc ; elle porte, à gauche, la contre-pointe.

La poupée fixe se compose d'une pièce en forme d'U, fixée sur le banc du tour, et qui sert de support à un arbre horizontal. Cet arbre porte lui-même, en son milieu, un cône de poulies (dont l'une est attaquée par la courroie venant du moteur); à gauche, en bout, un cône de poulies, qui entraîne le cône fixé sur la barre de chariotage ; à droite, en bout, un plateau, et une pointe qui servent de liaison entre la pièce à travailler et l'arbre de la poupée. La pièce, montée entre la pointe de la poupée fixe et la contre-pointe de la poupée mobile, est entraînée par la rotation de l'arbre.

Le support d'outil comprend ici trois parties : le chariot inférieur (trainard) peut glisser automatiquement par la barre de chariotage, au volant et à un pignon denté qui le chariot moyen peut être déplacé sur la barre de chariotage ; le chariot supérieur : il supporte l'outil et peut aussi être déplacé à l'aide d'une roue.

La barre de chariotage est commandée par l'arbre de la poupée fixe, par courroie : voy. les cônes de poulies qui assurent la transmission.

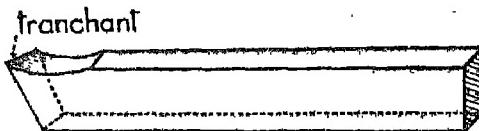


Fig. 6. — Exemple d'outil de tour à métaux. Il est en acier très dur et son tranchant est fortement trempé. Le tourneur dispose de nombreux autres outils dont les tranchants ont une forme appropriée au travail à exécuter.

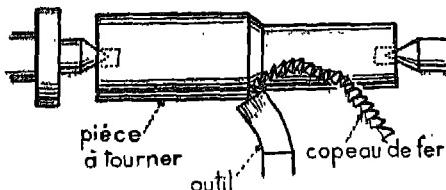


Fig. 7. — Exécution d'un cylindre sur le tour à métaux. La pièce tourne ; l'outil, fixé sur le chariot supérieur, se déplace lentement vers la gauche ; il enlève un copeau de métal, plus ou moins épais, suivant le réglage de la machine.

2. Conclusion.

Vous venez de faire connaissance avec quelques machines-outils. Il en existe des milliers d'autres ; car, aujourd'hui, chaque métier en utilise souvent plusieurs.

Grâce à elles, la production augmente sans cesse, dans tous les domaines, en agriculture comme dans l'industrie ; et notre vie matérielle en devient de plus en plus confortable.

Il est probable que vous aurez à en conduire quelques-unes, plus tard. Vous apprendrez à les connaître à fond, notamment et fonctionnement, par un apprentissage sérieux, méthodique et complet : c'est une première condition pour en tirer le meilleur rendement. Il en est une autre aussi importante ; souvenez-vous qu'une machine, quelle qu'elle soit, doit être parfaitement entretenue : nettoyée, lubrifiée, réparée aussitôt qu'elle a subi un dommage quelconque.

PRIEZ GRAND SOIN DE VOS OUTILS ET DE VOS MACHINES

III. — RÉSUMÉ

1. Dans tous les ateliers, le travail à la main est de plus en plus remplacé par le travail à la machine.

2. Une machine-outil est une machine actionnée par un moteur; elle communique à un outil et à une pièce à usiner les mouvements convenables pour l'exécution d'un travail déterminé.

3. Les machines-outils les plus couramment employées sont :
pour le travail du bois : la scie à ruban, la scie circulaire, la dégauchisseuse, la tour à bois;
pour le travail du fer : la machine à percer, la tour à métaux.

4. Grâce aux machines-outils, la production industrielle, comme la production agricole, va sans cesse en croissant, bien que l'effort musculaire exigé des travailleurs aille en diminuant; et la vie matérielle devient de plus en plus confortable.

IV. — EXERCICES D'APPLICATION

1. Dessinez le schéma d'une scie à ruban (machine); décrivez-la ensuite et expliquez son fonctionnement.

Même exercice pour une scie circulaire, une dégauchisseuse, un tour à bois, une perceuse, un tour à métaux.

2. Visitez des ateliers d'artisans et pour, chacun d'eux, notez les machines-outils employées. Sont-elles ou non à commande individuelle? — Quel genre de travail exécute chacune d'elles?

EXAMEN DU CERTIFICAT D'ÉTUDES PRIMAIRES

Interrogations écrites de Sciences (Durée : 30 minutes)
(Note maximum : 10)

Questions posées en 1946, 1947 et 1948

1^e Examen (Meurthe-et-Moselle)

1^a Question commune. — Dans quels cas convient-il de pratiquer la respiration artificielle ? Comment la pratiquer ?

2^a Garçons urbains. — Le baromètre enregistreur, son fonctionnement, utilité des graphiques qu'il trace.

2^e Examen (Landes)

1^a Question commune. — Décrivez un exercice respiratoire. A quel moment le pratique-t-on au cours d'un exercice de gymnastique ?

2^a Garçons urbains. — Faites le croquis-coupe du moyeu avant d'une roue de bicyclette pour en montrer le roulement. Quel est l'avantage du roulement à billes ? Comment l'entretient-on ?

3^e Examen (Aisne)

1^a Question commune. — Croquis schématique avec légende de l'appareil circulatoire.

2^a Garçons urbains. — L'ampoule électrique. Croquis. Indications portées sur la lampe électrique.

4^e Examen (Basses-Pyrénées)

1^a Question commune. — Comment soignerez-vous une plaie souillée de terre ou de fumier ? Quelle maladie grave devrez-vous redouter ? Quelles précautions, prendrez-vous pour l'éviter ?

2^a Garçons urbains. — Schéma du montage d'une lampe électrique avec un interrupteur à la sortie du compteur. Prévoir un fusible.

5^e Examen (Charente-Maritime)

1^a Question commune. — Quelles sont les principales règles d'hygiène concernant la digestion ?

2^e Garçons urbains. — La boussole. Description, Usages.

6^e Examen (Basses-Pyrénées)

1^e Question commune. — Comment procédez-vous pour faire le pansement d'une plaie ?

2^e Garçons urbains. — Citez quatre modes de transmission de mouvement. Décrivez rapidement l'un d'eux, à votre choix.

7^e Examen (Nord)

1^e Question commune. — Qu'est ce qu'entre dans la contagion ? Citez-en quelques-unes (au moins trois). Comment se transmettent elles ?

2^e Garçons urbains. — Vous devez compter les gouttes d'un médicament. Quel instrument utilisez-vous ? Dessinez-le.

8^e Examen (Cantal)

1^e Question commune. — Croquis d'une dent. À quoi servent les dents dans la digestion ?

2^e Garçons urbains. — La température d'un malade prise pendant deux jours consécutifs, matin et soir, à 6 heures et à 18 heures, a donné les indications suivantes : 38°7, 39°5, 38°, 39°3. Faites le graphique.

9^e Examen (Maroc)

1^e Question commune. — Hygiène de la respiration (air vicié). Impuretés de l'air, gaz toxiques, asphyxie, soins à donner aux asphyxiés, comment il faut respirer.

2^e Garçons urbains. — Croquis d'un niveau d'eau d'arpenteur. Comment s'en sert-on ?

10^e Examen (Loiret)

1^e Question commune. — Comment désinfecter la literie, les vêtements, la chambre d'un malade qui vient d'être atteint d'une maladie contagieuse ?

2^e Garçons urbains. — Comment fait-on un semis ? Un semis de haricots en particulier ?

11^e Examen (Manche)

1^e Question commune. — Tracez le cadran d'un baromètre métallique. Placez-y les indications suivantes : variable, beau, très beau,

pluie ou vent, tempête. Inscrivez-y aussi les pressions : 740, 750, 760, 780 millimètres.

2^e *Garçons urbains.* — Quel est le principal avantage de la bascule au 1/10^e? Pour peser un sac d'avoine, on a mis sur le petit plateau d'une bascule au 1/10^e un poids de 5 kg et un poids de 2 kg. Mais, afin d'obtenir le parfait équilibre, on a dû placer près du sac, sur le grand plateau du tablier, un poids de 200 g. Quel est, en définitive, le poids du sac d'avoine?

12^e Examen (Maine-et-Loire)

1^e *Question commune.* — Croquis montrant la coupe de l'œil. Précautions à prendre pour conserver une bonne vue?

2^e *Garçons urbains.* — Aménagement des clapiers et nourriture des lapins.

13^e Examen (Deux-Sèvres)

1^e *Question commune.* — Citez les principales causes qui prédisposent à la tuberculose et les principaux signes qui permettent de déceler cette maladie.

2^e *Garçons urbains.* — Décrivez un pied à coulisse. Quel est le rôle du vernier?

14^e Examen (Oran)

1^e *Question commune.* — Comment fonctionne un muscle? (aidez-vous d'un croquis).

2^e *Garçons urbains.* — Quelles sont les principales parties d'une fleur étudiée en classe?

15^e Examen (Doubs)

1^e *Question commune.* — Installation électrique depuis l'entrée de la maison jusqu'à l'ampoule.

2^e *Garçons urbains.* — Les balances ; différentes sortes ; qualités ; comment peser avec une balance fausse?

16^e Examen (Manche)

1^e *Question commune aux garçons urbains et ruraux.* — Extrait d'un bulletin météorologique : « Le temps restera beau et ensoleillé avec des vents de S. W modérés dans la matinée. Mais au début de l'après-midi, une perturbation abordera les côtes de la Bretagne et du Cotentin. Elle traversera rapidement la France, d'Ouest en Est au cours de l'après-midi »

et de la nuit. — Comment le baromètre et la goniomètre traduiront-ils cette évolution ?

2^e Garçons urbains. — Faites le croquis du dispositif interne d'une balance Roberval et expliquez son fonctionnement. Quand dit-on qu'une telle balance est sensible au gramme ?

17^e Examen (Nord)

1^e Question commune. — Quelles sont les observations que vous avez pu faire sur la germination du haricot ?

2^e Garçons urbains. — Citez trois légumes appartenant à des familles différentes. Donnez les noms des familles et leurs caractères principaux. — *Cette dernière question est hors programme !*

18^e Examen (Sarthe)

1^e Question commune. — Reproduisez sur un graphique que vous tracerez vous-même sur votre feuille, les fluctuations supposées de la température au cours de 3 journées prises au début de novembre, par exemple (température du matin et du soir). Donnez nous des indications vraisemblables.

2^e Garçons urbains et ruraux. — On vous a vacciné contre la variole. Que contenait donc ce liquide qu'on a introduit dans votre sang ? Que s'est-il passé alors dans votre corps ? Quel est le but recherché et atteint par cette opération ?

19^e Examen (Seine-et-Oise)

1^e Question commune. — Croquis schématique du baromètre métallique. Donnez un exemple de valeur de pression atmosphérique indiquée par le baromètre.

A quels signes reconnaît-on qu'une tempête va sans doute se produire ?

2^e Garçons urbains et ruraux. — Vous mettez en place un meuble (table, buffet...) dont le dessus doit être parfaitement horizontal.

Quel instrument utilisez-vous pour savoir si le dessus du meuble est bien horizontal ; — dessinez cet instrument ; — dites comment vous procédez.

20^e Examen (Morbihan)

1^e Question commune. — Est-il prudent d'occuper un nouveau logement sans le faire désinfecter ? Pourquoi ? Comment désinfecte-t-on un appartement ?

2^e *Garçons urbains.* — Avantages et inconvenients des poèles à feu continu. Avantages et inconvenients du chauffage électrique.

21^e Examen (Calvados)

1^e *Garçons urbains.* — 1^e Croquis soigné d'un thermomètre à mercure. Comment l'a-t-on gradué ? — Comment l'utilise-t-on ?

2^e Utilité et pratique du binage.

22^e Examen (Saône-et-Loire)

1^e *Question commune.* — Vous avez semé des petits pois dans votre jardin (ou un autre légume de votre choix). Jusqu'à la cueillette, quels travaux ferez-vous ? — A quel moment ? — Pourquoi ?

2^e *Garçons urbaines.* — Le pluviomètre (croquis).

23^e Examen (Ain)

1^e *Question commune.* — Qu'est-ce qu'une entorse, — une luxation, — une fracture ? Soins à donner à un membre fracturé.

2^e *Garçons urbains.* — La scie du menuisier : croquis. Son emploi correct.

24^e Examen (Alpes-Maritimes)

1^e *Question commune.* — Expliquez comment on peut devenir alcoolique sans jamais s'enivrer. Dangers pour la descendance.

2^e *Garçons urbains.* — Montrez comment on se sert d'une tenaille pour arracher un clou.

25^e Examen (Calvados)

Garçons urbains et ruraux. — 1^e Qu'est-ce que la chaux vive ? la chaux éteinte ? le mortier ? la chaux hydraulique ?

2^e La boussole. Description. Utilisation.

26^e Examen (Basses-Pyrénées)

1^e *Question commune.* — Qu'appelle-t-on maladies contagieuses ? Citez-en plusieurs. Qu'appelle-t-on sérum, vaccin ?

2^e *Garçons urbains et ruraux.* — Quel est le rôle d'un fusible dans un coupe-circuit de courant électrique ? Croquis simple du montage d'une lampe électrique.

27^e Examen (Alger)

Questions communes à toutes les écoles. — 1^o Dites quels instruments permettent d'étudier et de prévoir le temps.

2^o Le mètre se présente sous différentes formes. Lesquelles ? Quels sont les usages et les avantages particuliers de chacune d'elles.

28^e Examen (Calvados)

Garçons urbains. — 1^o Par quels artifices avez-vous pu employer des pinces ? Quel modèle convient le mieux à chacun d'eux ? Décrivez la pince universelle et dites comment on s'en sert.

2^o Décrivez un baromètre à mercure. Ses usages. Comment cet appareil permet-il de prévoir le temps ?

29^e Examen (Loire-Inférieure)

Questions communes aux garçons et aux filles. — 1^o Faites un schéma montrant comment l'eau est amenée du réservoir jusqu'à la maison, et comment elle est distribuée à tous les étages.

2^o Quels sont les signes qui pourraient faire craindre d'être atteint de tuberculose ?

30^e Examen (Seine)

1^o *Question commune.* — Croquis sommaire d'une installation de chauffage central à l'eau chaude. Indiquez par des flèches la circulation de l'eau.

2^o *Garçons urbains.* — Croquis des engrenages d'une bicyclette (pédalier, chaîne et pignon). Expliquez en quelques mots leur fonctionnement.

31^e Examen (Nord)

Questions communes à toutes les écoles. — 1^o Qu'appelle-t-on micro-organismes pathogènes ? Comment peut-on les détruire ? Comment peut-on prévenir leur action sur l'organisme ?

2^o Les arbres de plein vent sont nuisibles aux cultures de jardin. Comment peut-on faire pour avoir cependant des fruits sans gêner aux cultures ?

32^e Examen (Marne)

Questions communes à toutes les écoles. — Maladies de l'œil, hygiène de l'œil.

Garçons urbains. — Qu'est-ce qu'un alternateur ? Comment peut-il être actionné ?

TABLE DES MATIÈRES

I. — L'HOMME DANS SON MILIEU

I. — LE TEMPS QU'IL FAIT

	Pages.
1 ^{re} LEÇON. — La température. — Le thermomètre	8
2 ^e LEÇON. — La pression atmosphérique. Le baromètre	16
3 ^e LEÇON. — L'humidité atmosphérique	22
4 ^e LEÇON. — La prévision du temps.	30

II. — L'HOMME. La conservation de la santé.

5 ^e LEÇON. — Il faut se connaître pour se bien porter	40
6 ^e LEÇON. — L'hygiène corporelle. — Soins de propreté	45
7 ^e LEÇON. — Protection du corps. — Hygiène du vêtement	51
8 ^e LEÇON. — Hygiène de l'alimentation, I. L'art de composer ses menus.	55
9 ^e LEÇON. — Hygiène de l'alimentation (suite). II. Troubles et intoxica- tions alimentaires	62
10 ^e LEÇON. — Soins dentaires. — Hygiène du tube digestif.	69
11 ^e LEÇON. — L'eau potable	77
12 ^e LEÇON. — Les boissons fermentées. — L'alcoolisme	85
13 ^e LEÇON. — L'hygiène de la respiration. — Soins aux asphyxiés	93
14 ^e LEÇON. — Hygiène du squelette, des muscles et du système nerveux	102
15 ^e LEÇON. — Pronoz soin de vos yeux	109
16 ^e LEÇON. — Qu'est-ce qu'un microbe ?	117
17 ^e LEÇON. — Les maladies contagieuses	124
18 ^e LEÇON. — La lutte contre les maladies infectieuses. — Vaccins et sérums	132
19 ^e LEÇON. — Deux fléaux : la tuberculose et le cancer.	143
20 ^e LEÇON. — Premiers soins en cas d'accident	151
21 ^e LEÇON. — Le thermomètre médical. — La fièvre	161
22 ^e LEÇON. — Soins à donner aux malades	168
Derniers conseils d'hygiène	180

III. — LA MAISON

23 ^e LEÇON. — La maison salubre : sol, emplacement, construction	184
24 ^e LEÇON. — La maison : orientation, aération, disposition intérieure	189
25 ^e LEÇON. — Alimentation en eau de la maison	195
26 ^e LEÇON. — Evacuation des eaux usées. Installation sanitaires	203
27 ^e LEÇON. — Le chauffage domestique. Ets combustibles	212
28 ^e LEÇON. — Le chauffage à la cuisine	221
29 ^e LEÇON. — Le chauffage des appartements	230
30 ^e LEÇON. — Le chauffage électrique	238
31 ^e LEÇON. — Éclairage électrique. — Utilisations domestiques du courant lumière	245

II. — LES ACTIVITÉS HUMAINES

IV. — LE JARDIN

		Pages.
32 ^e LEÇON. {	La vie	258
33 ^e LEÇON. {	d'une plante cultivée : Le Haricot.	Comment le Haricot se nourrit 265 Comment le Haricot forme ses graines. 272
34 ^e LEÇON. {		
35 ^e LEÇON. —	Le jardin potager. Choix et préparation du terrain	276
36 ^e LEÇON. —	Le jardin. — Les légumes. — Les fleurs	286
37 ^e LEÇON. —	Le petit élevage. — Le poulailler. — Le lapier.	290

V. — LES TRAVAUX INTÉRIEURS D'USAGE COURANT

38 ^e LEÇON. —	Les pesées. — Balances	304
39 ^e LEÇON. —	Balances à bras de levier inégaux ; romaine et équitable	309
40 ^e LEÇON. —	Applications des balances	314
41 ^e LEÇON. —	Le fil à plomb. — La verticale	321
42 ^e LEÇON. —	L'horizontalité. — Le nivelllement	327
43 ^e LEÇON. —	La mesure des longueurs. — Mètres. — Chaines d'arpenteur	334
44 ^e LEÇON. —	La mesure des petites longueurs. — Pied à coulisse. — Piedmètre	343
45 ^e LEÇON. —	Le brûlage à l'atelier	352
46 ^e LEÇON. —	Les marteaux	362
47 ^e LEÇON. —	L'arrache-clou. — Les tenailles et les pinces	370
48 ^e LEÇON. —	Les scies à bois et à métal	376
49 ^e LEÇON. —	Le rabot. — Les affûteuses	384
50 ^e LEÇON. —	Burin. — Bédane. — Limes	391
51 ^e LEÇON. —	Les soudures. — Fer à souder. — Tanche à souder	399

VI. — L'ÉLECTRICITÉ A LA MAISON

52 ^e LEÇON. —	Les effets du courant électrique	410
53 ^e LEÇON. —	Les mesures électriques. — Ampèremètre. — Volt	419
54 ^e LEÇON. —	Le kilowatt. — Le kilowatt-heure	426
55 ^e LEÇON. —	"	432
56 ^e LEÇON. —	"	440

VII. — LES MACHINES D'USAGE COURANT

57 ^e LEÇON. —	Les moteurs électriques	454
58 ^e LEÇON. —	La machine à vapeur	463
59 ^e LEÇON. —	Le moteur à explosion	471
60 ^e LEÇON. —	Transmission du mouvement par poulies et courroies	476
61 ^e LEÇON. —	Transmission du mouvement par engrenages	489
62 ^e LEÇON. —	Le frottement. — Le roulement	493
63 ^e LEÇON. —	La bicyclette	507
64 ^e LEÇON. —	L'automobile	515
65 ^e LEÇON. —	Les machines-outils pour le travail du bois et du fer	527

Le Nouveau Certificat d'Etudes Primaires et les Bourses

*Organe de préparation
paraissant le 1^{er} et le 15 de chaque mois*

FONDATEUR:

J. B. TARTIERE

Inspecteur honoraire
de l'Enseignement Primaire
de la Seine

DIRECTEUR:

M. CHAPUIS

Inspecteur honoraire
de l'Enseignement Primaire
de la Seine

Ce journal utile aux maîtres parce qu'il les renseigne sur le niveau des examens est aussi le journal des élèves. Ceux-ci y trouvent traitées un grand nombre d'épreuves d'examens :

RÉDACTIONS, DICTÉES, PROBLÈMES
QUESTIONS DE SCIENCES, DE GÉO-
GRAPHIE, D'HISTOIRE...

De plus, il permet aux parents de suivre leurs enfants dans leurs études, de les interroger et de seconder ainsi les maîtres.

Demandez un spécimen à la Librairie DELAGRAVE

15, Rue Soufflot, PARIS (V^e)